

UNIVERSIDAD DE BURGOS

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Departamento de Didácticas Específicas



Universidad de Burgos

**O uso do mapa conceitual progressivo como recurso
facilitador da aprendizagem significativa
em Ciências Naturais e Biologia**

TESIS DOCTORAL

CONCEIÇÃO APARECIDA SOARES MENDONÇA

Burgos, septiembre de 2012

UNIVERSIDAD DE BURGOS

**PROGRAMA INTERNACIONAL DE DOCTORADO
ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

Departamento de Didácticas Específicas



Universidad de Burgos



**Universidade Federal
do Rio Grande do Sul**

O uso do mapa conceitual progressivo como recurso
facilitador da aprendizagem significativa
em Ciências Naturais e Biologia

CONCEIÇÃO APARECIDA SOARES MENDONÇA

Tese de Doutorado realizada por **Conceição Aparecida Soares Mendonça**, para obtenção do grau de Doutor pela Universidad de Burgos, sob a orientação do **Dr. Marco Antonio Moreira**.

Burgos, septiembre de 2012

Dedico este trabalho
ao meu querido e amado esposo
Rildo José Mendonça (in memorian).

À herança desse amor: *Tatiana, Luciana e Rafaela.*

Aos meus queridos irmãos: *Lúcia, Domires e Cláudio.*

Aos meus pais, *Domires Monteiro Soares*
e *Aliélia Gomes Soares (in memorian)*, pelo amor
dedicado e por acreditar que a maior fortuna
deixada é a EDUCAÇÃO.

*De tudo ficaram três coisas:
a certeza de que estamos começando,
a certeza de que é preciso continuar
e a certeza de que podemos
ser interrompidos antes de terminar.
Fazer da interrupção um novo caminho,
da queda um passo de dança,
do medo uma escola, do sonho uma ponte,
da procura um encontro.
E assim terá valido a pena.*

Fernando Sabino

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado a oportunidade de continuar após um longo período de interrupções.

Ao Prof. Marco Antonio Moreira, meu orientador, cujo precioso tempo dedicado às minhas intermináveis leituras e atenta consideração aos detalhes contribuíram para a elaboração e êxito desta tese. Sua paciência, persistência e perseverança sempre me impulsionaram a não desistir.

Aos coordenadores das Universidades de Burgos (Espanha), Prof.^a Concesa Caballero Sahelices e Prof. Jesús Ángel Meneses Villagrà, e Federal do Rio Grande do Sul (Brasil), Prof. Marco Antonio Moreira, por oferecerem este programa de doutorado.

Aos dirigentes da FACETEG (UPE/FFPG) e das escolas José Brasileiro Vila Nova e João Honório Apolônio, por permitirem a realização desta pesquisa.

À UFRPE/UAG, Marcelo Machado Martins, Cláudio Coutinho Bartolomeu, Juliene da Silva Barros e Renato Ferro, pela amizade e compreensão durante minhas ausências de viagens para estudo.

Aos professores do PIDEC, Zulma Gangoso, Marta Pesa, Mariluz Palmero, Ileana Greca, Concesa Caballero, Sayonara Cabral, Fernanda Ostermann, Célia Sousa, Alberto Gattoni, Jesús Neneses, Luis Peduzzi, Marco Moreira e Fernando Lara, pelas valiosas contribuições na construção do meu conhecimento.

Ao Dr. Marcus Vinícius Bonifácio Baranauskas, que com sabedoria e tranquilidade conduziu sua equipe médica na retirada de algo que me consumia e causava dor.

À querida Concesa Caballero, por me acompanhar ao longo desses anos, dispensando-me seu apoio a qualquer momento, sempre com demonstração de sabedoria, amizade, carinho.

À professora Blanca Martín Salvago, por seu profissionalismo, competência, sensibilidade e rapidez em atender ao meu pedido para realizar a tradução do Resumo para o espanhol.

A Graça Galindo, pela competência, disposição e empenho em aceitar reformatar as tabelas e revisar este texto em tão pouco tempo.

A Evelyse dos Santos Lemos, uma amiga querida especial, que durante todos esses anos de convivência sempre esteve ao meu lado e compartilhou comigo importantes momentos de minha vida, obrigada sempre.

Às queridas e incentivadoras amigas Iramaia Cabral de Paulo e Tania Roberta Costa, sempre com sábias palavras de conforto, amizade e torcida.

À família Assis Silveira, representada pela amiga Felipa Pacífico Ribeiro, que me dedicou hospitalidade, solidariedade, carinho, afeto e amizade.

A Vera, secretária do Prof. Moreira, pelo jeito tranquilo com que sempre atendeu minhas solicitações nas semanas de pesquisa e no decorrer do dia a dia.

À professora Aleksandra Marcelino da Silva, por aceitar minha longa estadia em suas classes com sabedoria e paciência.

Aos alunos das três escolas que se dispuseram a participar desta pesquisa.

A todos que não foram citados aqui, mas direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

RESUMEN	
ABSTRACT	
RESUMO	
INTRODUÇÃO	27
CAPÍTULO 1 - JUSTIFICATIVA, PROBLEMA, CONTEXTO E OBJETIVOS	33
1.1 Justificativa da pesquisa	35
1.2 Problema da pesquisa	36
1.3 Contexto geral da pesquisa	36
1.4 Objetivos da pesquisa	37
1.5 O contexto das Ciências Naturais no Ensino Fundamental	38
1.6 O contexto da Biologia no curso de Licenciatura em Biologia	39
CAPÍTULO 2 - MARCO TEÓRICO E REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO	43
2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel	45
2.1.1 Aprendizagens significativa e mecânica	46
2.1.2 Formas de aprendizagem significativa	49
2.1.3 A aquisição e o uso de conceitos	50
2.1.4 A conceitualização para o funcionamento cognitivo	52
2.1.5 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa	53
2.1.6 A avaliação segundo Ausubel	55
2.2 As contribuições de Novak, Gowin e Moreira	55
2.3 Mapa conceitual: instrumento de ensino e aprendizagem	59
2.4 Referencial epistemológico: Bachelar, Toulmin e Mayr	61
CAPÍTULO 3 - REVISÃO DA LITERATURA	67
3.1 Pesquisas sobre mapas conceituais em Ciências e Biologia	69
3.1.1 Pesquisas sobre a diversidade de uso de mapas conceituais	73
3.1.2 Livros publicados sobre mapas conceituais	88
CAPÍTULO 4 - REFERENCIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	91
4.1 Pesquisa qualitativa como referencial metodológico	93
4.2 Instrumentos de coleta de dados utilizados	95
4.3 Interpretação dos mapas conceituais à luz da teoria da aprendizagem significativa	96
4.3.1 Análise e interpretação dos mapas dos cinco estudos	99
4.4 Descrição geral dos estudos 1, 2, 3, 4 e 5	101
CAPÍTULO 5 - ESTUDO 1: 3ª E 4ª SÉRIES – ÁGUA	105

5.1	Preparação da intervenção	107
5.1.1	Plano de Ensino	109
5.1.2	A importância do tema <i>Água</i> para os saberes dos alunos	112
5.2	O processo de intervenção	115
5.2.1	Apresentação do mapa conceitual durante o conteúdo	120
5.3	A progressão dos mapas conceituais	121
5.3.1	Análise dos mapas MCI	121
5.3.2	Análise dos mapas MCII	122
5.3.3	Análise dos mapas MCIII	123
5.3.4	Análise comparativa dos três conjuntos de mapas	124
5.4	Análise interpretativa dos mapas conceituais	125
5.4.1	Caso 1: aluno A1	126
5.4.2	Caso 2: aluno A'1	128
5.4.3	Caso 3: aluno A'2	130
5.5	Evolução dos conceitos nos três mapas	131
5.6	Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual	134
CAPÍTULO 6 - ESTUDO 2: 5ª SÉRIE – SOLO		135
6.1	Preparação da intervenção	137
6.1.1	Plano de Ensino	137
6.1.2	A importância do tema <i>Solo</i> para os saberes dos alunos	140
6.2	O processo de intervenção	143
6.3	Diagnóstico dos conhecimentos	146
6.3.1	Diagnóstico dos conhecimentos prévios	146
6.3.2	Diagnóstico dos conhecimentos finais	148
6.3.3	Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste	150
6.3.4	Avaliação final do conteúdo depois da intervenção	151
6.4	A progressão dos mapas conceituais	152
6.4.1	Análise dos mapas MCI	152
6.4.2	Análise dos mapas MCII	154
6.4.3	Análise dos mapas MCIII	155
6.4.4	Análise comparativa dos três conjuntos de mapas	156
6.5	Análise interpretativa dos mapas conceituais	157
6.5.1	Caso 1: aluno S9	157
6.5.2	Caso 2: aluno S11	160
6.6	Evolução dos conceitos nos três mapas	162

6.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual	165
CAPÍTULO 7 - ESTUDO 3: 6ª SÉRIE – MAMÍFEROS	167
7.1 Preparação da intervenção	169
7.1.1 Plano de Ensino	169
7.1.2 A importância do tema <i>Mamíferos</i> para os saberes dos alunos	173
7.2 O processo de intervenção	175
7.3 Diagnóstico dos conhecimentos	179
7.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos prévios	179
7.3.2 Diagnóstico dos conhecimentos finais	181
7.3.3 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste	183
7.3.4 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção	184
7.4 A progressão dos mapas conceituais	186
7.4.1 Análise dos mapas MCI	186
7.4.2 Análise dos mapas MCII	188
7.4.3 Análise dos mapas MCIII	189
7.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas	190
7.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais	191
7.5.1 Caso 1: alunos M1, M2	191
7.5.2 Caso 2: alunos M3, M4	193
7.5.3 Caso 3: alunos M7, M8	195
7.6 Evolução dos conceitos nos três mapas	197
7.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual	199
CAPÍTULO 8 - ESTUDO 4: 7ª SÉRIE – SISTEMA RESPIRATÓRIO	201
8.1 Preparação da intervenção	203
8.1.1 Plano de Ensino	203
8.1.2 A importância do tema <i>Sistema Respiratório</i> para os saberes dos alunos	206
8.2 O processo de intervenção	209
8.3 Diagnóstico dos conhecimentos	211
8.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos prévios	211
8.3.2 Diagnóstico dos conhecimentos finais	214
8.3.3 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste	215
8.3.4 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção	216
8.4 A progressão dos mapas conceituais	218
8.4.1 Análise dos mapas MCI	218
8.4.2 Análise dos mapas MCII	220

8.4.3 Análise dos mapas MCIII	221
8.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas	223
8.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais	225
8.5.1 Caso 1: aluno R32	225
8.5.2 Caso 2: aluno R34	227
8.5.3 Caso 3: aluno R37	229
8.6 Evolução dos conceitos nos três mapas	231
8.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual	233
CAPÍTULO 9 - ESTUDO 5: LICENCIANDOS EM BIOLOGIA – ELEFANTES	235
9.1 Preparação da intervenção	237
9.1.1 Plano de Ensino	237
9.1.2 A importância do tema <i>Família Elephantidae</i> para os saberes dos alunos	240
9.2 O processo de intervenção	244
9.3 Diagnóstico dos conhecimentos	247
9.3.1 Conhecimentos iniciais e finais sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais	247
9.3.2 Diagnóstico de evidências de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa	250
9.3.3 Diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre Elefantes	251
9.3.4 Diagnóstico dos conhecimentos finais sobre Elefantes	253
9.3.5 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste	254
9.3.6 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção	255
9.4 A progressão dos mapas conceituais	257
9.4.1 Análise dos mapas MCI	257
9.4.2 Análise dos mapas MCII	259
9.4.3 Análise dos mapas MCIII	259
9.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas	263
9.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais	263
9.5.1 Caso 1: aluno E3	263
9.5.2 Caso 2: aluno E10	265
9.5.3 Caso 3: aluno E27	267
9.6 Evolução dos conceitos nos três mapas	269
9.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual	272
CAPÍTULO 10 - ANÁLISE COMPARATIVA DOS CINCO ESTUDOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS	275
10.1 Análise comparativa dos cinco estudos	277

10.2 Considerações finais	283
REFERÊNCIAS	289
APÊNDICE: TABELAS	305
ANEXOS	341
Anexo A - Texto nº 1: Animais de florestas tropicais	343
Anexo B - Texto nº 2: Semelhanças e diferenças entre as espécies de elefantes africana e asiática	344

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa conceitual sobre estrofe popular (A'3)	109
Figura 2 - Mapa conceitual sobre a poesia <i>Segredo</i> (A'2)	109
Figura 3 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Água (I)	116
Figura 4 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Água (II)	126
Figura 5 - Mapa Conceitual I (A1) - Mapa Regular	127
Figura 6 - Mapa Conceitual II (A1) - Mapa Bom	127
Figura 7 - Mapa Conceitual III (A1) - Mapa Bom	128
Figura 8 - Mapa Conceitual I (A'1) - Mapa Deficiente	128
Figura 9 - Mapa Conceitual II (A'1) - Mapa Bom	129
Figura 10 - Mapa Conceitual III (A'1) - Mapa Bom	129
Figura 11 - Mapa Conceitual I (A'2) - Mapa Regular	130
Figura 12 - Mapa Conceitual II (A'2) - Mapa Regular	130
Figura 13 - Mapa Conceitual III (A'2) - Mapa Bom	131
Figura 14 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Solo	142
Figura 15 - Um mapa conceitual para o tema Plantas	143
Figura 16 - Mapa Conceitual I (S9) - Mapa Bom	158
Figura 17 - Mapa Conceitual II (S9) - Mapa Bom	158
Figura 18 - Mapa Conceitual III (S9) - Mapa Bom	159
Figura 19 - Mapa Conceitual I (S11) - Mapa Regular	160
Figura 20 - Mapa Conceitual II (S11) - Mapa Bom	161
Figura 21 - Mapa Conceitual III (S11) - Mapa Bom	161
Figura 22 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Mamíferos	175
Figura 23 - Mapa Conceitual I (M1, M2) - Mapa Bom	191
Figura 24 - Mapa Conceitual II (M1, M2) - Mapa Bom	192
Figura 25 - Mapa Conceitual III (M1, M2) - Mapa Bom	193
Figura 26 - Mapa Conceitual I (M3, M4) - Mapa Regular	194
Figura 27 - Mapa Conceitual II (M3, M4) - Mapa Bom	194
Figura 28 - Mapa Conceitual III (M3, M4) - Mapa Bom	195
Figura 29 - Mapa Conceitual I (M7, M8) - Mapa Bom	196
Figura 30 - Mapa Conceitual II (M7, M8) - Mapa Regular	196
Figura 31 - Mapa Conceitual III (M7, M8) - Mapa Bom	197
Figura 32 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o Sistema Respiratório	208
Figura 33 - Mapa Conceitual I (R32) - Mapa Regular	225

Figura 34 - Mapa Conceitual II (R32) - Mapa Bom	226
Figura 35 - Mapa Conceitual III (R32) - Mapa Bom	226
Figura 36 - Mapa Conceitual I (R34) - Mapa Bom	227
Figura 37 - Mapa Conceitual II (R34) - Mapa Bom	228
Figura 38 - Mapa Conceitual III (R34) - Mapa Bom	228
Figura 39 - Mapa Conceitual I (R37) - Mapa Bom	229
Figura 40 - Mapa Conceitual II (R37) - Mapa Bom	230
Figura 41 - Mapa Conceitual III (R37) - Mapa Bom	230
Figura 42 - Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Elefantes	243
Figura 43 - Mapa Conceitual I (E3) - Mapa Regular	264
Figura 44 - Mapa Conceitual II (E3) - Mapa Regular	264
Figura 45 - Mapa Conceitual III (E3) - Mapa Bom	265
Figura 46 - Mapa Conceitual I (E10) - Mapa Bom	266
Figura 47 - Mapa Conceitual II (E10) - Mapa Regular	266
Figura 48 - Mapa Conceitual III (E10) - Mapa Bom	267
Figura 49 - Mapa Conceitual I (E27) - Mapa Regular	267
Figura 50 - Mapa Conceitual II (E27) - Mapa Regular	268
Figura 51 - Mapa Conceitual III (E27) - Mapa Bom	269

LISTA DE TABELAS

Capítulo 5

Tabela 1 - Qualidade dos mapas MCI - Estudo 1	122
Tabela 2 - Qualidade dos mapas MCII - Estudo 1	123
Tabela 3 - Qualidade dos mapas MCIII - Estudo 1	124
Tabela 4 - Resultado geral da qualidade dos três mapas - Estudo 1	125
Tabela 5 - Evolução dos conceitos nos três mapas - Estudo 1	133

Capítulo 6

Tabela 6 - Resultado geral do pré-teste e do pós-teste - Estudo 2	150
Tabela 7 - Resultado geral da avaliação final - Estudo 2	151
Tabela 8 - Qualidade dos mapas MCI - Estudo 2	153
Tabela 9 - Qualidade dos mapas MCII - Estudo 2	154
Tabela 10 - Qualidade dos mapas MCIII - Estudo 2	155
Tabela 11 - Resultado geral da qualidade nos três mapas - Estudo 2	157
Tabela 12 - Evolução dos conceitos nos três mapas - Estudo 2	165

Capítulo 7

Tabela 13 - Resultado geral do pré-teste e do pós-teste - Estudo 3	184
Tabela 14 - Resultado geral da avaliação final - Estudo 3	185
Tabela 15 - Qualidade dos mapas MCI - Estudo 3	188
Tabela 16 - Qualidade dos mapas MCII - Estudo 3	189
Tabela 17 - Qualidade dos mapas MCIII - Estudo 3	190
Tabela 18 - Resultado geral da qualidade dos três mapas - Estudo 3	191
Tabela 19 - Evolução dos conceitos nos três mapas - Estudo 3	198

Capítulo 8

Tabela 20 - Resultado geral do pré-teste e do pós-teste - Estudo 4	217
Tabela 21 - Resultado geral da avaliação final - Estudo 4	218
Tabela 22 - Qualidade dos mapas MCI - Estudo 4	220
Tabela 23 - Qualidade dos mapas MCII - Estudo 4	222
Tabela 24 - Qualidade dos mapas MCIII - Estudo 4	223
Tabela 25 - Resultado geral da qualidade dos três mapas - Estudo 4	225
Tabela 26 - Evolução dos conceitos nos três mapas - Estudo 4	233

Capítulo 9

Tabela 27 - Diagnóstico inicial e final sobre aprendizagem significativa - Estudo 5	249
Tabela 28 - Diagnóstico inicial e final sobre mapa conceitual - Estudo 5	250

Tabela 29 - Diagnóstico da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa	252
Tabela 30 - Resultado geral do pré-teste e do pós-teste - Estudo 5	255
Tabela 31 - Resultado geral da avaliação final - Estudo 5	256
Tabela 32 - Qualidade dos mapas MCI - Estudo 5	259
Tabela 33 - Qualidade dos mapas MCII - Estudo 5	261
Tabela 34 - Qualidade dos mapas MCIII - Estudo 5	262
Tabela 35 - Avaliação geral da qualidade dos três mapas - Estudo 5	263
Tabela 36 - Evolução dos conceitos nos três mapas - Estudo 5	271
Capítulo 10	
Tabela 37 - Análise comparativa do pré-teste, pós-teste e avaliação final em 4 estudos	278
Tabela 38 - Qualidade dos mapas conceituais progressivos nos cinco estudos	280
Tabela 39 - Evolução dos conceitos nos três mapas dos cinco estudos	281
Apêndice	
Tabela 40 - Estruturas encontradas nos mapas MCI - Estudo 1	307
Tabela 41 Estruturas encontradas nos Mapas MCII - Estudo 1	308
Tabela 42 - Estruturas encontradas nos mapas MCIII - Estudo 1	309
Tabela 43 - Média geral das estruturas encontradas nos três mapas - Estudo 1	310
Tabela 44 - Resultado do pré-teste - Estudo 2	311
Tabela 45 - Resultado do pós-teste - Estudo 2	312
Tabela 46 - Resultado da avaliação final - Estudo 2	313
Tabela 47 - Estruturas encontradas nos mapas MCI - Estudo 2	314
Tabela 48 - Estruturas encontradas nos mapas MCII - Estudo 2	315
Tabela 49 - Estruturas encontradas nos mapas MCIII - Estudo 2	316
Tabela 50 - Média geral das estruturas encontradas nos três mapas - Estudo 2	317
Tabela 51 - Resultado do pré-teste - Estudo 3	318
Tabela 52 - Resultado do pós-teste - Estudo 3	319
Tabela 53 - Resultado da avaliação final - Estudo 3	320
Tabela 54 - Estruturas encontradas nos mapas MCI - Estudo 3	321
Tabela 55 - Estruturas encontradas nos mapas MCII - Estudo 3	322
Tabela 56 - Estruturas encontradas nos mapas MCIII - Estudo 3	323
Tabela 57 - Média geral das estruturas encontradas nos três mapas - Estudo 3	324
Tabela 58 - Resultado do pré-teste - Estudo 4	325
Tabela 59 - Resultado do pós-teste - Estudo 4	326
Tabela 60 - Resultado da avaliação final - Estudo 4	327
Tabela 61 - Estruturas encontradas nos mapas MCI - Estudo 4	328

Tabela 62 - Estruturas encontradas nos mapas MCII - Estudo 4	329
Tabela 63 - Estruturas encontradas nos mapas MCIII - Estudo 4	330
Tabela 64 - Média geral das estruturas encontradas nos três mapas - Estudo 4	331
Tabela 65 - Resultado do pré-teste - Estudo 5	332
Tabela 66 - Resultado do pós-teste - Estudo 5	333
Tabela 67 - Resultado da avaliação final - Estudo 5	334
Tabela 68 - Estruturas encontradas nos mapas MCI - Estudo 5	335
Tabela 69 - Estruturas encontradas nos mapas MCII - Estudo 5	336
Tabela 70 - Estruturas encontradas nos mapas MCIII - Estudo 5	337
Tabela 71 - Média geral das estruturas encontradas nos três mapas - Estudo 5	338
Tabela 72 - Média geral das estruturas dos três mapas nos cinco estudos	339

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Categorias de análise da hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa	100
Quadro 2 - Categorias de análise da qualidade do mapa conceitual	101
Quadro 3 - Informações gerais sobre os cinco estudos	103
Quadro 4 - Plano de Ensino - Estudo 1	109
Quadro 5 - Plano de Ensino - Estudo 2	137
Quadro 6 - Plano de Ensino - Estudo 3	170
Quadro 7 - Plano de Ensino - Estudo 4	204
Quadro 8 - Plano de Ensino - Estudo 5	238
Quadro 9 - Diferenças entre as espécies africanas e asiáticas de elefantes	257
Quadro 10 - Comparação entre os contextos dos cinco estudos	276
Quadro 11 - Vê de Gowin “O uso do mapa conceitual progressivo como recurso facilitador da aprendizagem significativa em Ciências Naturais e Biologia”	287

RESUMEN

La presente investigación cualitativa descriptiva, del tipo de intervención, tuvo como objetivo central analizar la influencia que los mapas conceptuales ejercen en su propósito final, que es el de favorecer el aprendizaje significativo. Fueron desarrollados cinco estudios en la área de Ciencias Naturales, con contenidos diferentes de la grade de tópicos y con énfasis en los conocimientos específicos de la Biología, con alumnos de primaria y secundaria y de licenciatura en Biología, en tres instituciones diferentes, ubicadas en el estado de Pernambuco, en la región Nordeste de Brasil. La investigación se encuentra basada en los presupuestos teóricos de la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS), que posibilitaron la inserción y el análisis progresivos de mapas conceptuales. Los mapas conceptuales fueron construidos *antes*, *durante* y *después* del estudio de los diferentes temas. El análisis de los mapas se centró en los procesos de aprendizaje y evaluación y tuvo un enfoque cualitativo, buscando verificar si los alumnos lograban relacionar los conceptos estudiados, de acuerdo con los principios ausubelianos de la diferenciación progresiva y de la reconciliación integrativa, investigando indicios de la ocurrencia del aprendizaje significativo. Además de los mapas conceptuales, la investigación se basó en datos colectados por medio de otros instrumentos: apuntes en el cuaderno de observaciones de la investigadora sobre actividades de clase y extra-clase, grabaciones de las presentaciones de los mapas en casetes, pre-testes, pos-testes, evaluaciones finales del contenido, cuestionarios evaluativos y entrevistas semi-estructuradas. La investigación revela que los mapas conceptuales elaborados por los alumnos en los cinco estudios fueron herramientas poderosas para observar el cambio de los significados atribuidos a los conceptos que eran trabajados. De modo general, los análisis indican que el uso de los mapas conceptuales promovió ganancia en el aprendizaje significativo en todos los contextos investigados.

Palabras clave: Enseñanza de Ciencias, Mapas Conceptuales, Aprendizaje Significativo, Educación Básica, Estudiantes de licenciatura en Biología.

ABSTRACT

This descriptive qualitative research, type of intervention, aimed as the main focus the analysis of the influence that the concept mapping give in the final purpose, which is to foster meaningful learning. Five different studies were developed in the area of Natural Sciences, with different contents of topics with emphasis on specific knowledge of Biology, with elementary school and undergraduates students in Biology, in three different institutions in the state of Pernambuco, located in the Northeast region of Brazil. The research is grounded in the theoretical assumptions of the Theory of Meaningful Learning, which allowed the inclusion and analysis of progressive concept maps. Concept maps have been built *before*, *during* and *after* the study of different topics. The analysis of maps focused on learning processes and evaluation. It had a qualitative approach, seeking to verify whether the students could relate the concepts studied according to ausubelian principles of progressive differentiation and integrative reconciliation, investigating evidence of the occurrence of meaningful learning. In addition to the concept maps, the research appealed on data collected by other sources: notes in the researcher's observations notebook about curricular and extracurricular activities, recordings of the presentations of the maps on cassette tape, pre-tests and post-tests, evaluations at the end of lesson, evaluative questionnaires and semi-structured interviews. The research reveals that the concept maps prepared by students in the five different studies were powerful tools to observe the change of meanings attributed to concepts that were being worked. Overall, the analysis indicates that the use of concept maps fostered significant learning in all contexts investigated.

Keywords: Science Education, Concept Maps, Meaningful Learning, Basic Education, Undergraduates in Biology.

RESUMO

A presente investigação qualitativa descritiva, do tipo intervenção, teve como objetivo central analisar a influência que os mapas conceituais exercem em seu propósito final, que é o de favorecer a aprendizagem significativa. Foram desenvolvidos cinco estudos na área das Ciências Naturais, com conteúdos diferentes da grade de tópicos e com ênfase nos conhecimentos específicos da Biologia, com alunos do Ensino Fundamental I e II e licenciandos em Biologia, em três instituições diferentes, localizadas no estado de Pernambuco, na região Nordeste do Brasil. A pesquisa encontra-se embasada nos pressupostos teóricos da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), que possibilitaram a inserção e as análises progressivas de mapas conceituais. Os mapas conceituais foram construídos *antes*, *durante* e *após* o estudo dos diferentes temas. A análise dos mapas centrou-se nos processos de aprendizagem e avaliação e teve um enfoque qualitativo, buscando verificar se os alunos conseguiram relacionar os conceitos estudados, segundo os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, investigando indícios de ocorrência de aprendizagem significativa. Além dos mapas conceituais, a pesquisa recorreu a dados coletados por meio de outros instrumentos: anotações no caderno de observações da pesquisadora sobre atividades de classe e extraclasse, gravações das apresentações dos mapas em fita-cassete, pré-testes, pós-testes, avaliações finais do conteúdo, questionários avaliativos e entrevistas semiestruturadas. A pesquisa revela que os mapas conceituais elaborados pelos alunos nos cinco estudos foram ferramentas poderosas para observar a mudança de significados atribuídos aos conceitos que estavam sendo trabalhados. De modo geral, as análises indicam que o uso dos mapas conceituais promoveu ganhos na aprendizagem significativa em todos os contextos investigados.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, Mapas Conceituais, Aprendizagem Significativa, Educação Básica, Licenciandos em Biologia.

INTRODUÇÃO

O início da minha experiência profissional como professora se deu na educação superior, em um curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas. Os resultados insatisfatórios obtidos com a aprendizagem dos meus alunos, apesar dos esforços contínuos realizados com a preocupação de melhorá-la, me deixavam muito incomodada, antes mesmo de conhecer o referencial teórico que fundamenta esta tese. Assim, o que me motivou a fazer esta pesquisa foi a busca de meios capazes de favorecer uma aprendizagem significativa. O objetivo deste estudo foi saber se os mapas conceituais – ferramenta cognitiva –, usados de modo progressivo, favorecem a aprendizagem significativa dos alunos em determinados níveis de escolarização, nas disciplinas de Ciências Naturais e Biologia.

O ensino de ciências, apesar dos diferentes conteúdos curriculares observados nos níveis do ensino básico e na graduação, apresenta algumas características comuns, dentre as quais se podem destacar: a grande quantidade de conhecimentos que se pretende informar ao aluno e o favorecimento da quantidade sobre a qualidade, da memorização em detrimento da compreensão. Desse modo, a investigação abrangeu desde os anos iniciais do ensino básico até a graduação.

No Brasil, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases (LDB), de 20 de dezembro de 1996, a Educação Escolar divide-se em dois níveis: Educação Básica e Educação Superior. A Educação Básica, que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental I e II e o Ensino Médio, tem como objetivo “desenvolver o educando, assegurar-lhe a formação comum indispensável para o exercício da cidadania e fornecer-lhe meios para progredir no trabalho e em estudos posteriores”. O Ensino Fundamental I está dividido em quatro séries, agrupadas em dois ciclos: 1ª e 2ª séries; 3ª e 4ª séries. O Ensino Fundamental II segue a mesma estrutura, com dois ciclos e quatro séries: 5ª e 6ª séries, 7ª e 8ª séries.¹ O curso de Licenciatura Plena em Ciências Biológicas, inserido na Educação Superior, habilita seus graduados a ensinar Ciências no Ensino Fundamental e Biologia no Ensino Médio.

Afirmam Ausubel, Novak e Hanesian (1980), Ausubel (2002) e Moreira (2006b) que o aprendiz é a essência de todo processo para aprender com significado, o que supõe reter na memória de forma não arbitrária e não mecânica. Os autores defendem que aprender de forma significativa implica dizer que esse conhecimento ficará armazenado na memória a longo prazo e não deverá ser mais esquecido. Na medida em que novas interações de uma determinada área de conhecimento ocorrerem ao longo da vida dos estudantes, esses conhecimentos poderão sofrer modificações. De acordo com a teoria ausubeliana, o conhecimento novo passa por uma espécie de acomodação na estrutura cognitiva do aprendiz em caso de haver realmente uma aprendizagem significativa.

¹ Em 06 de fevereiro de 2006, ano da realização desta pesquisa, por meio da Lei nº 11.274, a duração do Ensino Fundamental foi ampliada de oito para nove anos, com matrícula obrigatória a partir dos seis anos de idade, sendo estabelecido o prazo até 2010 para sua implantação. Com o objetivo de assegurar uma nomenclatura comum às múltiplas possibilidades de organização do Ensino Fundamental, o Ministério da Educação recomenda que sejam utilizadas as denominações *Anos Iniciais* (1º ao 5º ano) e *Anos Finais* (6º ao 9º ano).

Nesse contexto é que acredito, diante dos diversos níveis educativos de formação investigados nesta tese, que os seres humanos são criadores de significados e que o objetivo da educação está em construir elementos que sejam partilhados. O anseio de promover uma aprendizagem significativa, em vez de uma aprendizagem mecânica, por meio da adoção de melhores práticas educacionais, me levou a buscar na teoria de Ausubel a fundamentação profunda de que “o fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é o que o aprendiz já conhece” (Ausubel *et al.*, 1980, p. ix).

Com base nessa ideia de Ausubel é que Moreira (2006b, 2010a), Masini e Moreira (2008) e Novak e Gowin (1999) investigaram por mais de quarenta anos a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), dedicando-se ao estudo dos mapas conceituais. Valioso instrumento de diagnóstico e avaliação da aprendizagem, os mapas conceituais constituem o foco central desta tese. Desse modo, quando for utilizada a palavra *mapa* ou *mapas* sempre será no sentido de mapa(s) conceitual(is).

A tese está estruturada em dez capítulos. No **capítulo 1**, encontra-se a justificativa do problema dentro do contexto da pesquisa e a particularização dos objetivos geral e específicos, buscados de modo contextual e comparativo. São abordados também os contextos das Ciências Naturais no Ensino Básico e da Biologia no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. No **capítulo 2**, é apresentada a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, focalizando a aquisição e o uso de conceitos, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e a avaliação. Ainda nesse capítulo, é realizada uma abordagem teórica dos mapas conceituais e apresentado o referencial epistemológico que fundamenta o estudo, trazendo um breve resumo das contribuições de Gaston Bachelard, Stephen Toulmin e Ernst Mayr.

A revisão da literatura, no que se refere aos estudos com mapas conceituais e sua utilização no ensino de Ciências e de Biologia, é feita no **capítulo 3**, incluindo trabalhos relativos aos dez últimos anos, publicados em revistas de investigação em ensino de ciências nacionais e internacionais indexadas. Contudo, diante da quantidade escassa de material encontrada, optou-se também por outras fontes de consulta, como livros e anais de congressos específicos fundamentados na teoria da aprendizagem significativa, utilizando como ferramenta de ensino e de avaliação os mapas conceituais. É possível adiantar que existem inúmeras investigações sobre a aplicação dos mapas conceituais, que trazem grandes contribuições para o avanço deste tema, mas poucas se ocupam de verificar se os mapas conceituais podem servir como indicadores de progressividade para a Aprendizagem Significativa dos estudantes especificamente em Ciências Naturais ou Biologia.

O referencial metodológico da investigação, que se insere em uma metodologia qualitativa descritiva interpretativa, é abordado no **capítulo 4**, apresentando-se uma síntese dos procedimentos metodológicos utilizados nos estudos 1, 2, 3, 4 e 5. O objetivo fundamental deste trabalho é compreender o significado de uma experiência e tentar entender como funcionam as partes juntas para formar um todo. A abordagem quantitativa inclui a produção de índices numéricos a partir dos registros feitos, de modo que se possam fazer comparações descritivas entre mapas conceituais de grupos de alunos, assim como de suas respostas aos testes e questionários. A intenção não foi

aplicar estatística aos estudos e sim dar um enfoque sobre a visão da pesquisadora para cada um deles. De cada nível educativo foram selecionados casos que foram investigados qualitativamente.

Os **capítulos 5, 6, 7, 8 e 9** apresentam, sequencialmente, os estudos 1, 2, 3, 4 e 5. O Estudo 1 foi realizado no Ensino Fundamental I (3^a e 4^a séries – 2^o ciclo); os Estudos 2, 3 e 4 foram desenvolvidos no Ensino Fundamental II, respectivamente na 5^a, 6^a e 7^a séries (3^o e 4^o ciclos); e o Estudo 5 foi feito com alunos da graduação do curso de Licenciatura Plena em Biologia que frequentaram o *Segundo Curso de Extensão sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais*. Constam desses capítulos as propostas de ensino; os relatos das aulas; os resultados dos mapas conceituais elaborados antes, durante e depois do estudo de cada tema – identificados respectivamente como MCI, MCII e MCIII; a análise do pré-teste, pós-teste e da avaliação final da aprendizagem sobre os conteúdos; o estudo dos casos selecionados; o exame dos questionários avaliativos sobre o uso dos mapas conceituais aplicados em cada estudo e das entrevistas semiestruturadas feitas com os alunos.

Finalmente, na primeira parte do **Capítulo 10**, é realizada uma análise comparativa dos resultados obtidos nos Estudos 1, 2, 3, 4 e 5. Através da análise qualitativa e quantitativa descritiva simples, procura-se obter evidências a respeito da potencialidade dos mapas conceituais como facilitadores da aprendizagem significativa em Ciências e Biologia. Na segunda parte deste capítulo, são apresentadas as **considerações finais** sobre a pesquisa desenvolvida.

CAPÍTULO 1

JUSTIFICATIVA, PROBLEMA CONTEXTO E OBJETIVOS

Como professora licenciada, pós-graduada e doutoranda, há vários anos ensinando no Curso de Licenciatura em Biologia da Universidade de Pernambuco, Campus Garanhuns, tenho observado que os alunos que ingressam oriundos do Ensino Médio possuem uma visão distorcida e fragmentada do ensino e da aprendizagem, em função de suas experiências vividas. Para estes estudantes, ensinar é “o professor ter o domínio do conteúdo e fazer com que eles aprendam”. Por outro lado, aprender é o resultado do que foi ensinado, a memorização de forma mecânica, dominante em muitas salas de aula, onde os instrumentos utilizados são o questionário com diversas questões e o livro-texto como apoio para decorar as respostas a estas perguntas. Eles não foram estimulados a expor suas ideias, criar, opinar e discutir, ou seja, a se encarregarem eles próprios de construir significados a partir das experiências que vivem, sendo valorizados como indivíduos, tornando-se eficientes na obtenção e produção do conhecimento, contribuindo assim para a sua autoestima e controle sobre sua própria vida.

Diante dessas observações, encontrei na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel (1980), refinada por Novak e Gowin (1999), um importante instrumento didático: os *mapas conceituais*. Segundo Moreira (2006b, p. 45), o mapa conceitual é “potencialmente útil no ensino, na avaliação da aprendizagem e na análise do conteúdo curricular, como estratégia facilitadora da aprendizagem significativa”. Constitui uma ferramenta diferenciada e inovadora para diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos em diferentes níveis educativos, assim como para favorecer e avaliar o processo da aprendizagem significativa.

1.1 Justificativa da pesquisa

A importância desta pesquisa está no fato de que o professor não deve ser um simples transmissor de informações, mas o mediador responsável por ajudar o aluno a aprender a aprender. Ausubel *et al.* (1980) e Mintzes, Wandersee e Novak (1997) defendem que o aprendizado é de responsabilidade do aprendiz, e a decisão consciente de aprender significativamente só diz respeito a ele. A responsabilidade do professor, nesse caso, é a de ajudar o aluno a construir significados cientificamente aceitos para os conceitos da matéria de ensino e avaliar o seu conhecimento visando à aprendizagem significativa. Moreira (2006b, p. 27) cita três condições necessárias para que o processo de aprendizagem ocorra: a primeira é que o aluno deve “estar disposto a”; a segunda é que ele possua uma estrutura cognitiva apta para receber as informações que deverá adquirir; a terceira é que ele tenha conhecimentos prévios que possibilitem ancorar as novas informações.

No caso da ciência, o aprendizado requer atitudes construtivistas tanto para o conhecimento declarativo quanto para as habilidades exigidas para a compreensão dessa ciência a partir do conhecimento procedimental. Mintzes *et al.* (1997, p. 437) afirmam que “o conteúdo da ciência é necessário, mas não suficiente”. Ruiz-Primo e Shevelson (1996) explicam que o domínio de um tema científico é considerado um rico conjunto

de relações entre conceitos importantes no assunto. A partir disso, o professor precisa compreender que os processos cognitivos facilitam a construção ativa do conhecimento do aluno, que envolve incluir, selecionar, organizar e integrar informações.

No que se refere especificamente à Biologia, é essencial que se explicita seu caráter dinâmico. Desse modo, o conhecimento biológico não deve ser entendido como um conjunto de conhecimentos isolados, prontos e acabados, mas sim como uma construção da mente humana em contínua mudança. Vale ressaltar, no entanto, que o ensino da Biologia, na maioria das vezes, tem se reduzido à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida e com o conhecimento prévio do aluno.

Ao longo dos anos de experiência como docente da graduação, assim como durante a realização desta pesquisa, que envolveu também o Ensino Básico, foi possível constatar que os mapas conceituais não são utilizados nas salas de aula como meio para favorecer a evolução da aprendizagem significativa das Ciências Naturais e da Biologia. Também não é prática comum valorizar e respeitar o que se passa na mente dos alunos, encorajando-os a pensar diferente, a ser criativos, ajudando-os a alcançar níveis mais elevados de compreensão científica.

1.2 Problema da pesquisa

Embora os mapas conceituais tenham sido aplicados por vários investigadores, desde a década de 1970 até os dias atuais, nas mais variadas situações e níveis de ensino, as pesquisas revelam que a utilização desse instrumento em sala de aula ainda é muito restrita. Particularmente, observa-se que o mapa conceitual é pouco utilizado com a finalidade de contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos estudados em Ciências Naturais e Biologia, nos diversos níveis de ensino.

Lemos (2008, p. 13) ressalta que “grande parte dos problemas relacionados ao ensino e à aprendizagem de Ciências e Biologia é consequência da falta de uma concepção de aprendizagem adequada para orientar de forma efetiva o processo educativo”.

1.3 Contexto geral da pesquisa

Os estudos foram realizados em Garanhuns e São João, municípios de perfis bastante diferentes, localizados na mesorregião do Agreste no estado de Pernambuco. O primeiro tem passado por vários avanços no seu desenvolvimento social, com a chegada de novas instituições de ensino superior. Esse avanço deve-se ao investimento que tem sido feito na área educacional, tornando esse município um polo promissor. Visando contemplar os diferentes contextos educacionais nele existentes, a pesquisa ocorreu em três instituições da rede pública de ensino. No município de São João, cuja população

ainda é predominantemente rural, a investigação foi desenvolvida em uma escola localizada no Sítio Pau d'Arco.

O processo investigativo foi permeado pela teoria da aprendizagem significativa proposta por Ausubel *et al.* (1980), tendo como intenção central averiguar como os mapas conceituais criados por Novak e Gowin (1999), baseados na teoria de Ausubel, poderiam ajudar os alunos de diferentes níveis de ensino a evoluir em suas aprendizagens. As abordagens de ensino e aprendizagem que vinham sendo utilizadas durante as aulas, nas escolas e classes objeto da presente investigação, eram limitadas ao ensino direto e à aprendizagem mecânica, observando-se como principal recurso de ensino a aula expositiva e como principal atividade dos alunos a realização de anotações. Tal situação favoreceu a introdução do mapa conceitual nas formas de trabalho do professor em sala de aula.

Heinze-Fry (1992) argumentou que os professores tentam transferir conhecimentos para a cabeça dos seus alunos, mas não levam em conta o conhecimento anterior dos estudantes, ou seja, não estão preocupados com os conhecimentos prévios que eles possuem, para que a partir destes conhecimentos construam suas aprendizagens em bases sólidas e com significado. De acordo com o que sugere Wandersee (1985, p. 581), se “um professor determinasse quais as concepções que são predominantes na turma inteira, ele poderia ajudar os alunos criando uma sequência instrucional que auxiliaria no desenvolvimento de uma compreensão mais racional dos fenômenos ou princípios”.

Ensinar com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa não é uma tarefa fácil, corresponde a criar condições para que o aluno perceba e interprete o significado que lhe foi apresentado e, por meio da interação (não arbitrária e substantiva) desta nova ideia com algum conhecimento prévio que já possua, (re)organize sua estrutura cognitiva. Esta é a essência da aprendizagem significativa. Esses conhecimentos prévios podem ter sido construídos na escola ou nas demais atividades do seu cotidiano e versam sobre os mais variados assuntos que constituem a sua estrutura cognitiva. Os “alunos que são orientados com base na teoria da aprendizagem significativa são capazes de aprender a aprender” (Novak & Gowin, 1999, p.10), ou seja, encarregar-se eles próprios da construção do significado das experiências que vivem.

1.4 Objetivos da pesquisa

Objetivo geral

Investigar a utilização dos *mapas conceituais de forma progressiva* em Ciências Naturais e Biologia com estudantes de distintos níveis de escolarização, buscando a aprendizagem significativa.

Objetivos específicos

- Analisar como o mapa conceitual funciona na educação básica e na educação superior.

- Identificar as semelhanças e as diferenças encontradas no uso do mapa conceitual nos diferentes níveis.
- Compreender o processo de evolução da aprendizagem dos alunos em Ciências Naturais e Biologia, por meio dos mapas conceituais progressivos por eles construídos.

Os objetivos propostos serão buscados contextual e comparativamente, ou seja, pretende-se estudar como os mapas conceituais funcionam: no Ensino Básico Fundamental I, com alunos da 3ª e 4ª séries, do período diurno, em uma escola multisseriada municipal da área rural; no Ensino Básico Fundamental II, com alunos da 5ª, 6ª e 7ª séries, do período vespertino, em uma escola da rede pública municipal; e em um curso de extensão para alunos de vários períodos do curso de Licenciatura Plena em Biologia, no turno matutino e vespertino, em uma instituição estadual de ensino superior.

1.5 O contexto das Ciências Naturais no Ensino Fundamental

Para a formação de um cidadão crítico, de acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais (Secretaria de Educação Fundamental [SEF], 1997), é necessário promover sua inserção em uma sociedade em que o conhecimento científico e tecnológico é cada vez mais valorizado. Dentro desse contexto, o papel das Ciências Naturais no ensino fundamental é o de colaborar para a compreensão do mundo e suas transformações, situando o homem como indivíduo participativo e parte integrante do universo. Os conceitos e procedimentos desta área contribuem para a ampliação das explicações sobre os fenômenos da natureza, para o entendimento e o questionamento dos diferentes modos de nela intervir e, ainda, para a compreensão das mais variadas formas de utilizar os recursos naturais.

Para ensinar Ciências Naturais é necessária a criação de um contexto que favoreça a aprendizagem significativa do conhecimento historicamente acumulado e a formação de uma concepção de ciência, suas relações com a tecnologia e com a sociedade. De um lado, os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola. O grau de amadurecimento intelectual e emocional do aluno e sua formação escolar são relevantes na elaboração desses conhecimentos prévios. A conexão existente entre as ideias prévias dos alunos e o conhecimento científico vigente faz parte, nos dias atuais, de um ensino/aprendizagem que leva em conta a interação entre o professor e o aluno ao entrar em contato com esse conhecimento. Ao professor cabe selecionar, organizar e problematizar conteúdos de modo a promover um avanço no desenvolvimento intelectual do aluno, na sua construção como ser social (SEF, 1997).

Partindo desse princípio, faz-se necessária uma seleção adequada dos conteúdos de Ciências Naturais, que muitas vezes envolvem teorias científicas que são grandes sínteses, mais distantes do mundo do aluno, com uma linguagem muito formal (Pereira

& Amorim, 2008). O ensino de Ciências deve partir do conhecimento do cotidiano, pois vivenciando este cotidiano o aluno se sente motivado a aprender o conteúdo científico, porque faz parte de sua cultura, do desenvolvimento tecnológico e do modo de pensar de todos (Delizoicov & Angotti, 1994; Krasilchik, 1987; Pereira, 1998; SEF, 1997).

Em uma classe nem sempre todos os alunos têm ideias prévias acerca de um objeto de estudo. Isso não significa que tal objeto não deva ser estudado. Significa, sim, que a intervenção do professor será a de apresentar ideias gerais a partir das quais o processo de investigação sobre o objeto possa se estabelecer. A apresentação de um assunto novo para o aluno também é instigante, e durante as investigações surgem dúvidas, constroem-se representações, buscam-se informações e confrontam-se ideias. É importante, no entanto, que o professor tenha claro que o ensino de Ciências não se resume à apresentação de definições científicas, em geral fora do alcance da compreensão dos alunos. Definições são o ponto de chegada do processo de ensino, aquilo que se pretende que o aluno compreenda ao longo de suas investigações, da mesma forma que conceitos, procedimentos e atitudes também são aprendidos.

Se a intenção é que os alunos se apropriem do conhecimento científico e desenvolvam uma autonomia no pensar e no agir, é importante conceber a relação de ensino e aprendizagem como uma relação entre sujeitos, em que cada um está envolvido na construção de uma compreensão dos fenômenos naturais e suas transformações, na formação de atitudes e valores humanos. Os alunos têm ideias acerca do seu corpo, dos fenômenos naturais e dos modos de realizar transformações no meio; são modelos com uma lógica interna, carregados de símbolos da sua cultura. Convidados a expor suas ideias para explicar determinado fenômeno e a confrontá-las com outras explicações, eles podem perceber os limites de seus modelos e a necessidade de novas informações; estarão em movimento de ressignificação.

Mas esse processo não é espontâneo; é construído com a intervenção do professor, que tem condições de orientar o caminhar do aluno, criando situações interessantes e significativas, fornecendo informações que permitam a reelaboração e a ampliação dos conhecimentos prévios, propondo articulações entre os conceitos construídos, para organizá-los em um corpo de conhecimentos sistematizado. Ao longo do ensino fundamental, a aproximação ao conhecimento científico se faz gradualmente. Nos primeiros ciclos o aluno constrói repertórios de imagens, fatos e noções, configurando-se o estabelecimento dos conceitos científicos apenas nos ciclos finais.

1.6 O contexto da Biologia no curso de Licenciatura em Biologia

Os cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas, no Brasil, são responsáveis por uma carreira universitária de quatro anos, destinada exclusivamente à formação de professores para a educação básica (Lemos, 2008). O professor de Biologia, legalmente reconhecido como biólogo pela Lei nº 6.684/79, tem sua identidade diferenciada por haver cursado, além da formação específica que é comum ao biólogo, um conjunto de disciplinas de caráter pedagógico que o habilita a ensinar Ciências Naturais e Biologia na educação básica. O perfil do professor de Ciências e Biologia deve se caracterizar

“por compreender e ser capaz de intervir no processo de aprendizagem de seus alunos, articulando o discurso epistemológico sobre a ciência; ser consciente de seu papel na formação de cidadãos críticos e ser capaz de analisar a realidade contextualizando sua atividade educativa” (SEF, 1997).

A área de Ciências Biológicas teve sua regulamentação no Brasil em 1962, quando o Conselho Federal de Educação Superior (CFES) fixou o currículo mínimo e a duração dos cursos de História Natural no país (Parecer nº 325/62), destinados a formar profissionais para atender às demandas de pesquisa e ensino no 3º grau, do ensino da Biologia no primeiro grau e de Ciências Físicas e Biológicas no segundo grau. Dois anos depois, o CFES fixou o currículo mínimo para o curso de Ciências Biológicas (licenciatura), adequando o antigo curso de História Natural às exigências da especialização e da demanda referente à separação das áreas biológica e geológica. A partir desta época, surgiram os Institutos de Geociências e/ou Escolas de Geologia no país.

Desde então, os egressos dos cursos de Ciências Biológicas vêm atendendo ao ensino de Biologia e de Ciências nos seus diversos níveis, bem como à produção de conhecimento básico e aplicado nas diversas subáreas da biologia, através da pesquisa. De acordo com o Parecer CNE/CES 1.301/2001, que trata das Diretrizes Curriculares Nacionais (DCNs), os alunos graduados em Ciências Biológicas (licenciatura) deverão possuir uma formação básica, ampla e sólida, com adequada fundamentação teórico-prática, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, bem como sua organização em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o ambiente em que vivem. Esta formação deve propiciar o entendimento do processo histórico de construção do conhecimento na área biológica, no que diz respeito a conceitos, princípios e teorias, bem como à compreensão do significado das Ciências Biológicas para a sociedade e da sua responsabilidade como educador nos vários contextos de sua atuação profissional, consciente do seu papel na formação de cidadãos. Também deve capacitar o aluno para a busca autônoma, a produção e divulgação do conhecimento e propiciar a visão das possibilidades presentes e futuras da profissão. O biólogo deve se comprometer com os resultados de sua atuação, pautando sua conduta profissional por critérios humanísticos e de rigor científico, bem como por referenciais éticos e legais. Deve ainda ter consciência da realidade em que vai atuar e da necessidade de se tornar agente transformador dessa realidade, na busca da melhoria da qualidade de vida da população humana, assumindo a sua responsabilidade na preservação da biodiversidade como patrimônio da humanidade.

O foco deste estudo na licenciatura em Biologia se deu em um curso de extensão para licenciandos dessa modalidade. Sendo a Biologia a ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, além dos processos e mecanismos que regulam a vida, é importante que os profissionais formados nesta área do conhecimento tenham papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza. Devem possibilitar a compreensão de que a vida se organizou através do tempo, sob a ação de processos evolutivos, tendo resultado numa diversidade de formas sobre as quais continuam atuando as pressões seletivas. Esses organismos, incluindo os seres

humanos, não estão isolados, ao contrário, constituem sistemas que estabelecem complexas relações de interdependência. O entendimento dessas interações envolve a compreensão das condições físicas do meio, do modo de vida e da organização funcional interna próprios das diferentes espécies e sistemas biológicos. Contudo, particular atenção deve ser dispensada às relações estabelecidas pelos seres humanos, dada a sua especificidade. Em tal abordagem, os conhecimentos biológicos não se dissociam dos sociais, políticos, econômicos e culturais.

O curso intitulado *Segundo Curso de Extensão Extracurricular sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais* foi organizado com o objetivo de oferecer atividades complementares previstas na Resolução CNES de 11 de março de 2002, ou seja, atividades extracurriculares a serem ministradas pela instituição de ensino com vistas a complementar a formação do aluno (licenciando ou bacharelado), de forma a contribuir para a melhoria do perfil profissional que se deseja formar. A escolha do tema do curso teve como objetivo instrumentalizar o licenciando para o ensino de Ciências no nível Fundamental, assim como para o ensino de Biologia no nível Médio. A ferramenta de ensino escolhida foi o mapa conceitual, por ser um instrumento que aprofunda as reflexões sobre o processo de aprender e ensinar.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO E REFERENCIAL EPISTEMOLÓGICO

Este capítulo se inicia com a apresentação da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel, focalizando os princípios que a norteiam, as diferenças entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa, as diferentes formas de aprendizagem significativa, a aquisição e o uso de conceitos, os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa e o papel da avaliação dentro desta teoria. Em seguida são abordadas as contribuições de Novak, Gowin e Moreira para a teoria da aprendizagem significativa, os mapas conceituais e o referencial epistemológico que fundamenta este estudo, com uma breve síntese das contribuições de Gaston Bachelard, Stephen Toulmin e Ernst Mayr.

2.1 Teoria da aprendizagem significativa de Ausubel

O trabalho de David Paul Ausubel publicado em 1963, *The Psychology of Meaningful Verbal Learning*, obra de grande importância para a teoria e o papel da linguagem no processo de ensino e aprendizagem, teve sua influência limitada na contribuição para a reforma do *curriculum* das ciências, nas décadas de 1950 e 1960. Isto aconteceu porque as pessoas que trabalhavam nos projetos da escola básica já estavam em grande parte comprometidas com as ideias de Piaget e muitos dos trabalhos iniciais na escola secundária já haviam sido completados (Mintzes, Wandersee & Novak, 2000, pp. 51-52). As ideias de Ausubel não foram compreendidas pelos investigadores e nem por aqueles que estruturavam os currículos, o que exigiu uma elaboração maior do seu trabalho publicado em 1968, *Educational Psychology: A Cognitive View*.

Defende Ausubel que é possível desenvolver uma teoria de aprendizagem significativa alicerçada em princípios. Um desses princípios, que ainda hoje continua a ser o farol que ilumina a teoria é o seguinte: “Se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um único princípio, diria: o fator singular mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine de acordo.” (Ausubel *et al.*, 1980, p. 137).

A teoria da aprendizagem significativa é uma teoria com grande potencial para fundamentar a prática educativa, em sala de aula, e que privilegia a aquisição e a retenção do significado que é gerado na escola. Essa teoria se ocupa de averiguar o que ocorre quando o aluno aprende, a natureza do significado aprendido, as condições necessárias para que ocorra essa aprendizagem, os resultados e a avaliação dessa aprendizagem. Diretamente ligada ao ensino e à aprendizagem de corpos organizados do conhecimento de disciplinas científicas do currículo escolar, a aplicação dessa teoria tem como objetivo investigar a aprendizagem que acontece na aula, suas características, os traços psicológicos, a disciplina como objeto de ensino e a organização do conteúdo. Pode-se concluir que os conhecimentos provenientes da psicologia associados aos princípios e às premissas das teorias de aprendizagem deram origem à teoria da aprendizagem significativa.

Dentro da família das teorias cognitivas de aprendizagem, encontra-se a teoria da assimilação, que rejeita o pensamento dos behavioristas de que não se pode pesquisar atentamente sobre os mecanismos internos da mente. Para estes, somente os estímulos aplicados e a conduta observada resultante são elementos legítimos para o estudo (Ausubel *et al.*, 1980). Baseado nessa teoria cognitivista encontra-se o construtivismo, que investiga variáveis como a percepção, a resolução de problemas, as tomadas de decisões, o processamento de informações e a compreensão. Sua eficiência está em descrever como o indivíduo aprende e como ele desenvolve a sua estrutura cognitiva; o conceito mais importante de sua teoria inclui a distinção entre *aprendizagem significativa* e *aprendizagem mecânica* ou *memorística*.

2.1.1 Aprendizagem significativa versus aprendizagem mecânica

Para Ausubel *et al.* (1980, p. 23), a aprendizagem significativa “ocorre quando a tarefa de aprendizagem implica relacionar, de forma não arbitrária e substantiva (não literal), uma nova informação a outras com as quais o aluno já esteja familiarizado, e quando o aluno adota uma estratégia correspondente para assim proceder”. Assim, é o mecanismo de aprendizagem que designa o significado dela. Por outro lado, a aprendizagem mecânica

ocorre se a tarefa consistir de associações puramente arbitrárias, como na associação de pares, quebra-cabeça, labirinto, ou aprendizagem de séries e quando falta ao aluno o conhecimento prévio relevante, necessário para tornar a tarefa potencialmente significativa e também, independentemente do potencial significativo contido na tarefa, se o aluno adota uma estratégia apenas para internalizá-la de uma forma arbitrária, literal, por exemplo, como uma série arbitrária de palavras (Ausubel *et al.*, 1980, p. 23).

Segundo Ausubel *et al.* (1980), a aquisição significativa de novos conhecimentos depende amplamente das ideias que já fazem parte da estrutura cognitiva do aprendiz. A aprendizagem significativa se dá quando os novos conhecimentos se relacionam com determinadas ideias relevantes preexistentes, sejam elas imagens, símbolos, conceitos ou proposições. Ela requer uma união estável, não arbitrária e substantiva da nova informação com a estrutura cognitiva do aprendiz, da qual ela passa a fazer parte integrante, modificando, enriquecendo, diferenciando, alguns conceitos já existentes, precisamente aqueles com os quais se relacionou.

O armazenamento de informações no cérebro humano é organizado, formando uma hierarquia de conceitos, na qual elementos mais específicos de conhecimentos são ligados e assimilados a conceitos mais gerais. O novo conhecimento composto por conceitos mais específicos, menos inclusivos, interage com conceitos mais gerais e inclusivos e proposições que já fazem parte da estrutura cognitiva do aluno, num processo que Ausubel denomina de *subsunção*. O resultado da interação que ocorre entre o novo material e a estrutura cognitiva existente é a assimilação dos significados velhos e novos, dando origem a uma estrutura mais altamente diferenciada (Ausubel *et al.*, 1980).

De acordo com Ausubel *et al.* (1980), os elementos essenciais que conduzem à aprendizagem significativa são: a disposição para este tipo de aprendizagem; a tarefa logicamente significativa (plausível); e a existência de ideias estabelecidas e pertinentes na estrutura cognitiva do sujeito, ou seja, os subsunçores – conhecidos também por conceitos integradores, conceitos-âncora, ideias preexistentes e conhecimento prévio. Na ótica desse autor, todo aluno pode aprender significativamente um conteúdo se ele possuir conceitos relevantes inclusivos em sua estrutura cognitiva e apresentar uma predisposição para a aprendizagem.

Assim, a aprendizagem significativa baseada na recepção supõe a aquisição de novos significados a partir do material de aprendizagem apresentado, e requer tanto uma atitude de aprendizagem significativa como a apresentação ao estudante de um material potencialmente significativo (Ausubel, 2002). Para que ela ocorra, o novo material deve se relacionar de maneira não arbitrária (plausível, razoável, não aleatória, não literal) com estrutura cognitiva apropriada e pertinente do indivíduo que aprende. A interação entre significados potencialmente novos e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá lugar a significados reais ou psicológicos, posto que a estrutura cognitiva de cada pessoa é única e todos os novos significados adquiridos também são únicos.

Segundo Gonzalez e Novak (1996, p. 39), a aprendizagem significativa “ocorre quando o resultado da interação entre o conceito inclusor e a nova informação conduz a alguma modificação nos dois, o conceito inicial na estrutura cognitiva e a informação recém-aprendida.” Novak e Gowin (1999, p. 27) relatam que as crianças do primeiro grau do ensino primário que aprendem significativamente a ideia da conservação da matéria passam realmente a ver o mundo de maneira diferente ano após ano, ao contrário das demais crianças sentadas a seu lado, na mesma sala de aula, na mesma terra, que não conseguiram aprender significativamente sobre esse tema

Como possui um caráter humanista, o pensamento, o sentimento e a ação estão juntos integrando a aprendizagem significativa e conduzindo ao engrandecimento humano. De acordo com Moreira (1999a, p. 170), “qualquer evento educativo é, de acordo com Novak, uma ação para trocar significados (pensar) e sentimentos entre o aprendiz e o professor”. A troca de significados e sentimentos entre professores e alunos é um evento educativo que envolve os elementos básicos da educação: o aluno, o professor, a matéria de ensino, o contexto e a avaliação. Ausubel *et al.* (1980, p. 416) ressaltam que “o entusiasmo, a imaginação ou a excitação do professor em relação ao assunto que leciona pode contribuir muito para aumentar a predisposição dos alunos para a aprendizagem.”

Gowin (1981, p. 81) defende que a aprendizagem significativa engloba significados e responsabilidades que devem ser compartilhados, “o ensino se consuma quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno”. Ao professor compete verificar se os significados que o aluno capta são aqueles compartilhados pela comunidade de usuários. Ao aluno cabe a responsabilidade de querer aprender, ou estar disposto a aprender de modo significativo. Sem dúvida, o ensino requer que professor e aluno tenham responsabilidades mútuas. Ao aprender mecanicamente, o aluno não manifesta disposição para relacionar à sua estrutura cognitiva, de maneira não arbitrária e não

literal, os significados que capta dos materiais educativos, potencialmente significativos, do currículo.

Inicialmente desenvolvida por Ausubel e posteriormente aperfeiçoada e divulgada por Novak, a teoria da aprendizagem significativa e suas aplicações para o ensino e a aprendizagem em sala de aula têm sido defendidas por Moreira. O autor vê a aprendizagem significativa como um conceito suprateórico, subjacente a várias teorias construtivistas (Moreira, 1997). Na sua ótica, a “aprendizagem significativa é um processo crítico”, é através dele que “o aluno poderá formar parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela” (Moreira, 2005, p. 17).

Moreira (1999a, p. 151) ressalta que o principal foco da teoria de Ausubel é “a aprendizagem cognitiva e, para ele, o fator isolado que mais influencia na aprendizagem é o que o aluno já sabe”. No processo de aprendizagem significativa,

uma nova informação relaciona-se com um aspecto especificamente relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo, ou seja, este processo envolve a interação da nova informação com uma estrutura de conhecimento específica, a qual Ausubel define como conceito subsunçor, ou simplesmente subsunçor, existente na estrutura cognitiva do indivíduo (Moreira, 1999a, p. 153).

Na aprendizagem significativa, o que é incorporado pelo aprendiz é o novo conhecimento, e não os signos utilizados para expressá-lo. Assim, conforme assinala Moreira (1999b), a diferença básica entre aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica é que a primeira se relaciona com a estrutura cognitiva de maneira não arbitrária e substantiva, enquanto a segunda o faz de modo arbitrário e literal. Porém, alerta o autor que ambas fazem parte de um mesmo contínuo, podendo o processo situar-se na zona intermediária que existe entre a aprendizagem mecânica e a aprendizagem significativa (Moreira, 2008). Neste caso o professor deve intervir para ajudar o aluno a sair dessa zona, caminhando em direção à parte significativa do contínuo.

A aprendizagem significativa pressupõe, portanto, que o aluno, no grau de instrução em que estiver, traz consigo muitos conhecimentos, que podem ter sido adquiridos na escola ou no dia a dia de sua vida. Essas concepções existentes em sua mente, sobre os mais variados assuntos, com maior ou menor grau de generalidade e em diferentes estados evolutivos, formam a sua estrutura cognitiva. Esta, por sua vez, organiza-se de forma diferenciada para dar significado aos novos materiais de aprendizagem que se relacionam aos conhecimentos preexistentes, tornando significativa a aprendizagem. Cabe assinalar que aprendizagem significativa não é sinônimo de aprendizagem de material significativo. Em primeiro lugar, o material de aprendizagem é apenas potencialmente significativo; em segundo lugar, é necessário que haja uma atitude de aprendizagem significativa. É possível aprender de maneira memorística um material logicamente significativo, se o estudante não tem uma atitude de aprendizagem significativa.

2.1.2 Formas de aprendizagem significativa

Ausubel *et al.* (1980) e Ausubel (2002) definem três formas de aprendizagem significativa: subordinativa, superordenada e combinatória. A **aprendizagem subordinativa** ocorre por **subordinação derivativa** ou **subordinação correlativa**. Na aprendizagem subordinativa derivativa, a informação a_5 nova está ligada à ideia superordenada A . Os atributos essenciais do conceito A não sofrem alterações, mas os novos exemplos são considerados relevantes (Ausubel, 2002). Ela ocorre quando o material aprendido é entendido como um exemplo específico de um conceito já estabelecido na estrutura cognitiva, ou apenas corrobora ou ilustra uma proposição geral, previamente aprendida (Moreira, 2006b). Na aprendizagem subordinativa correlativa, a nova informação y está ligada à ideia X , mas não é uma extensão, modificação ou qualificação de X . Os atributos essenciais do conceito subordinativo podem ser ampliados ou modificados com a nova subordinação correlativa. Ela ocorre quando o material é aprendido como uma extensão, elaboração, modificação ou qualificação de conceitos ou proposições previamente aprendidos, incorporado por interação com subsunçores mais inclusivos, embora seu significado não esteja implícito e não possa ser adequadamente representado por esses subsunçores (Moreira, 2006b).

A **aprendizagem superordenada** ocorre quando um novo conceito A mais geral, inclusivo e poderoso é adquirido (Mintzes *et al.*, 2000). Neste caso, ideias já estabelecidas (a_1, a_2, a_3) na estrutura de conhecimento do aluno são consideradas como exemplos mais específicos da nova ideia A e passam a associar-se a ela. A ideia superordenada A é definida por um novo conjunto de atributos essenciais que abrange as ideias subordinadas. Por vezes, isso resulta em uma reordenação significativa das estruturas cognitivas e pode produzir o tipo de mudança conceitual por que passamos em momentos criativos ou particulares na introspecção. Por exemplo, à medida que uma criança adquire os conceitos de cão, gato, leão, ela pode, mais tarde, aprender que todos eles são subordinados ao conceito de mamífero. A partir do momento em que o conceito de mamífero é adquirido, os conceitos previamente aprendidos assumem a condição de subordinados, e o conceito de mamífero representa uma aprendizagem superordenada (Moreira 2006b).

Na **aprendizagem combinatória**, a nova ideia A é vista como relacionada às ideias preexistentes B, C e D , mas não é mais abrangente nem mais específica do que estas. Considera-se que a nova ideia A tem alguns atributos essenciais em comum com as ideias preexistentes. É como se a nova informação fosse potencialmente significativa por ser relacionável à estrutura cognitiva como um todo, de maneira geral, e não com aspectos específicos dessa estrutura. Apesar de serem aprendidas com maior dificuldade, podem atingir o mesmo grau de estabilidade das proposições subordinadas e superordenadas (Moreira, 2006b). Esse tipo de aprendizagem combinatória ocorre quando as proposições não são relacionáveis a ideias relevantes particulares de uma estrutura ideal, dessa forma, pelo menos inicialmente, são mais difíceis de serem aprendidas e lembradas pelo aprendiz.

2.1.3 A aquisição e o uso de conceitos

A natureza dos conceitos constitui um aspecto importante da teoria da assimilação, uma vez que a compreensão e a solução criativa de problemas dependem amplamente da disponibilidade, na estrutura cognitiva do aluno, de conceitos superordenados ou de conceitos subordinativos (Ausubel *et al.*, 1980). Evidencia-se aí que os seres humanos interpretam a experiência perceptual em termos de conceitos próprios de suas estruturas cognitivas e que os conceitos constituem a *matéria prima* tanto para a aprendizagem receptiva significativa como para a generalização de proposições significativas para a solução de problemas.

Devido à influência de conceitos contidos em sua estrutura cognitiva, os seres humanos percebem uma representação consciente da realidade altamente simplificada, esquemática, seletiva e generalizada, em lugar de uma representação sensorial completa e fiel da mesma (Ausubel *et al.*, 1980). Entretanto, esta experiência consciente é muito mais detalhada, particularizada e idiossincrática em seus significados culturalmente padronizados. É importante observar, por exemplo, que é o conceito idiossincrático de *casa* que o indivíduo usa para moldar a sua própria experiência e não o conceito cultural mais genérico.

Portanto, a formação de conceitos para um indivíduo é tanto culturalmente determinada quanto um produto de experiências idiossincráticas. Os conceitos são definidos como objetos, eventos, situações ou propriedades que possuem atributos essenciais e são designados em uma determinada cultura por algum signo ou símbolo aceito. Por exemplo, podemos citar casa, triângulo, guerra e verdade como conceitos que usamos e que são culturalmente aceitos.

Os psicólogos cognitivistas, contrários à teoria behaviorista, lidam com processos de formação de conceitos e a natureza da compreensão humana de estrutura e sintaxe da linguagem. Toulmin (citado por Ausubel *et al.*, 1980) diz que animais não formam conceitos, ao passo que a aprendizagem de conceitos é a essência da compreensão humana. Assim, fica evidente que as primeiras teorias behavioristas podem ter valor para a interpretação da aprendizagem em seres inferiores, mas não satisfazem o critério de uma teoria da aprendizagem que pretenda fundamentar as práticas educacionais.

Ausubel (2002) e Moreira (2000a) descrevem dois métodos pelos quais os conceitos são adquiridos: formação e assimilação. A formação de conceitos se produz basicamente entre as crianças pequenas, em idade pré-escolar. A assimilação de conceitos é a forma de aprendizagem de conceitos predominante entre adolescentes e adultos. Na formação de conceitos, os atributos característicos do conceito são adquiridos como consequência da experiência direta, por meio de etapas sucessivas de geração, comprovação e produção de hipóteses. Portanto, a criança pequena chega a conhecer o conceito de *cachorro* mediante os encontros sucessivos com cachorros, gatos, vacas, etc., até que pode gerar os atributos característicos que constituem o conceito cultural de cachorro. Neste caso, o signo (palavra) *cachorro* é adquirido antes do próprio conceito. Enfatiza Ausubel (2002) que as crianças de mais idade e os adultos aprendem poucos conceitos novos por meio do processo de formação de conceitos.

Normalmente, só os adultos superdotados ou criativos de nossa cultura descobrem novos conceitos de uma maneira indutiva ou inclusive dedutiva, por meio de análises e sínteses.

Segundo Moreira (2000a), um aspecto interessante relativamente à formação de conceitos é que, assim como o símbolo do conceito pode ser adquirido antes do conceito em si – como é o caso da aprendizagem representacional do símbolo *bola* –, pode também ocorrer o contrário, como nos casos dos conceitos *mamífero*, *vegetal* e outros. A criança já abstrai o ato de mamar como atributo criterial de uma classe de animais, no entanto, não estabeleceu uma equivalência representacional entre o símbolo *mamífero* e a regularidade observada – ou seja, o ato de mamar – em vários animais que conhece. Neste caso, a aprendizagem representacional se desenvolve depois da aprendizagem de conceitos.

À medida que aumenta o vocabulário das crianças, os novos conceitos tendem a ser adquiridos com mais frequência por meio da assimilação, posto que os atributos característicos dos novos conceitos podem ser determinados mediante o emprego de novas combinações de conceitos – palavras, além de imagens – já existentes na estrutura cognitiva da criança. Embora se deva empregar ajuda de caráter concreto e empírico para facilitar a assimilação de conceitos pelas crianças de ensino primário, também é possível usar com alunos de mais idade outros conceitos pertinentes já existentes em sua estrutura cognitiva para acelerar o processo de definir os atributos característicos de novos conceitos.

Este tipo de aprendizagem é de certa forma uma aprendizagem representacional, pois os conceitos são também representados por símbolos particulares, porém, são genéricos ou categóricos, representam abstrações dos atributos essenciais dos referentes, ou seja, representam regularidades em eventos, objetos, situações ou prioridades que possuem atributos criteriais comuns e se designam em uma dada cultura por algum signo ou símbolo aceito. Na aprendizagem representacional se estabelece uma equivalência, em significado, entre um símbolo (o som *bola*) e um referente (o objeto bola). A equivalência se faz entre o símbolo e os atributos criteriais comuns a múltiplos exemplos do referente – diferentes *bolas*, no caso.

As crianças, durante a idade pré-escolar ou mesmo nas primeiras séries do ensino regular, aprendem por meio do processo de formação de conceitos. Defendem Ausubel *et al.* (1980) que para essa faixa etária os conceitos são adquiridos primordialmente por um processo significativo e orientado por hipóteses. Mais simplificada, objetos ou eventos dados imediatamente pela percepção ou os conceitos primários do dia a dia são adquiridos relacionando-se a vários exemplos particulares a partir dos quais formam derivados. Aprender um conceito depende, em alguma medida, das propriedades da estrutura cognitiva existente e do estado geral do desenvolvimento e capacidade intelectual do aluno, tanto quanto da natureza do conceito propriamente dito e da forma pela qual ele é apresentado.

Durante os últimos anos da escola primária, as provas empírico-concretas (exemplos tangíveis, perceptíveis ou verbais dos atributos) são necessárias para a assimilação do conceito. Este último processo ocorre quando os

atributos essenciais do conceito são apresentados, por definição ou pelo contexto, e então relacionados diretamente à estrutura cognitiva do aluno (conceitos secundários). Finalmente, no início do ensino secundário, o aluno já é capaz de prescindir destas provas, relacionando diretamente os atributos essenciais apresentados à sua estrutura cognitiva. (Ausubel *et al.*, 1980, p. 73).

Enfatizam Ausubel *et al.* (1980) que quando o aprendiz atinge fases escolares mais avançadas já possui uma grande quantidade de subsunçores, o que permite a assimilação de conhecimentos de forma receptiva. No ensino superior, por exemplo, é possível a aprendizagem exclusivamente por recepção verbal, tendo em vista o formalismo já atingido pelos indivíduos que se encontram nessa etapa.

Na assimilação de conceitos, além da aquisição de novos subsunçores, existe uma interação entre o material de aprendizagem e os subsunçores do sujeito, sendo ambos modificados, ampliados e incorporados um ao outro, tornando o produto final diferente daquilo que já se sabia e também diferente daquilo que está sendo aprendido. Surge assim um novo subsunçor, agora mais amplo, mais geral, por isso, mais inclusivo, permitindo ao aprendiz uma maior capacidade de assimilar novos conceitos correlacionados a essa sua nova estrutura cognitiva (Ausubel *et al.*, 1980).

Ausubel *et al.* (1980) afirmam que durante o processo de assimilação o conhecimento ainda está sujeito à influência erosiva da tendência reducionista geral na organização cognitiva. É mais econômico e menos difícil fixar apenas os conceitos e proposições básicos, mais estáveis e estabelecidos, do que evocar as novas ideias que são assimiladas em relação às ideias básicas. Este processo é chamado pelos autores de *assimilação obliteradora*. Entretanto, embora seja possível que durante a assimilação de um novo conteúdo o aprendiz esqueça determinadas partes de um conceito, isso não significa que ele voltará a ter os mesmos conhecimentos que possuía inicialmente, pois durante esse processo os subsunçores são modificados. Segundo os autores, o problema principal na aquisição do conteúdo de uma disciplina acadêmica é contrapor-se ao processo inevitável de assimilação obliteradora.

2.1.4 A conceitualização para o funcionamento cognitivo

A representação simplificada e generalizada da realidade de Vygotsky (1962, como citado em Ausubel *et al.*, 1980, p. 74), que é alcançada através da existência e uso de conceitos, torna possível a criação de uma linguagem com significados relativamente uniformes para todos os membros de uma cultura, facilitando, conseqüentemente, a comunicação. Igualmente importante é o fato de possibilitar: o estabelecimento na estrutura cognitiva de constructos genéricos e abrangentes e de suas combinações proposicionais – em relação aos quais novos significados correlativos podem ser adquiridos e retidos mais eficientemente como parte de uma estrutura organizada de conhecimento; a manipulação, a inter-relação e a reorganização de ideias envolvidas na formulação e teste de hipóteses e, portanto, na solução criativa de problema. Por meio do agrupamento de informações relacionadas da experiência em categorias definidas

pelos atributos essenciais de seus membros, os conceitos padronizam e simplificam a realidade, facilitando a aprendizagem receptiva, a solução de problemas e a comunicação.

Para Ausubel *et al.* (1980), os conceitos libertam o pensamento, a aprendizagem e a comunicação do domínio do mundo físico. Tornam possível a aquisição de ideias abstratas na ausência da experiência empírico-concreta – ideias que podem ser usadas tanto para categorizar situações novas sob rubricas existentes como para servir de foco básico para assimilação e descoberta de novos conhecimentos. O agrupamento de conceitos em combinações potencialmente significativas é responsável pela formação e compreensão de proposições. As proposições, por sua vez, são descrições da realidade criadas pelo homem, e estas descrições mudam periodicamente, à medida que seus conceitos ou proposições se alteram ou são rejeitados.

2.1.5 Diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

Os conceitos adicionais de diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, organização sequencial e consolidação, desenvolvidos por Ausubel *et al.* (1980) e citados também por Mintzes *et al.* (2000) e Moreira (2006b), dão descrições úteis das mudanças que ocorrem à medida que o conhecimento é reestruturado no decorrer da aprendizagem significativa.

A **diferenciação progressiva** acontece quando os assuntos são programados de acordo com as ideias mais gerais e mais inclusivas da disciplina, que são apresentadas em primeiro lugar. Desse modo, são diferenciadas em termos de detalhes e especificidades. A ordem de apresentação corresponde à sequência natural de aquisição da consciência e sofisticação cognitiva (Ausubel *et al.*, 1980), quando os seres humanos são espontaneamente expostos a um campo completamente desconhecido do conhecimento ou a um ramo desconhecido de um corpo de conhecimento familiar. Corresponde também ao modo como esse conhecimento é representado, organizado e guardado no sistema cognitivo humano.

Nas estruturas de conhecimento fortemente hierarquizadas que caracterizam muitas das aprendizagens científicas verificam-se níveis cada vez maiores de hierarquia e bifurcação ou ramificação de conceitos centrais (Mintzes *et al.*, 2000). Os indivíduos que passaram por situações bem sucedidas de aprendizagem significativa mostram, em geral, uma estrutura de conhecimento muito dendrítica, composta por diversos níveis de hierarquia. Ausubel *et al.* (1980) sugerem que se imagine o sistema nervoso humano como um mecanismo de processamento de dados e de armazenamento construído de maneira tal que tanto a aquisição de novos conhecimentos quanto a sua organização na estrutura cognitiva se conformem naturalmente ao princípio da diferenciação progressiva. Se acontecer dessa forma, a aprendizagem e a retenção ótima ocorrerão quando os professores deliberadamente ordenarem a organização e a sequência dos assuntos de maneira similar. Para os autores, uma maneira mais explícita de apresentar a mesma proposição seria afirmar que as novas ideias e informações são aprendidas e retidas mais eficientemente quando ideias mais inclusivas e especificamente relevantes

já estão disponíveis na estrutura cognitiva para desempenhar um papel subordinador ou para oferecer esteios ideacionais.

A **reconciliação integrativa** é outro processo que ocorre durante a aprendizagem significativa, no qual há uma delimitação explícita das semelhanças ou diferenças entre os conceitos relacionados (Ausubel *et al.*, 1980; Mintzes *et al.*, 2000). Um exemplo de reconciliação integrativa refere-se aos alunos que aprendem os princípios da classificação biológica e acabam por compreender as diferenças e semelhanças entre os protistas e os moneras: ambos são formas unicelulares ou coloniais, mas uns são compostos por células procarióticas e os outros por células eucarióticas. Os alunos que aprendem significativamente começam a formular esses tipos de conexões cruzadas entre conceitos relacionados e acabam por desenvolver estruturas de conhecimento bem integradas e muito coesas, que lhes permitem fazer o tipo de raciocínio inferencial e analógico exigido para ter êxito nas ciências naturais.

Moreira (1999a) afirma, interpretando Ausubel, que esses dois princípios programáticos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa podem, na prática, ser implementados através do uso de organizadores prévios adequados. Outra maneira de promover a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa é através da utilização de mapas conceituais (Moreira & Buchweitz, 1993).

Em relação à organização sequencial, Ausubel argumenta que a disponibilidade de ideias âncoras relevantes para uso na aprendizagem significativa e na retenção pode, obviamente, ser maximizada tirando-se partido das dependências sequenciais naturais existentes na disciplina e do fato de que a compreensão de um dado tópico pressupõe, frequentemente, o entendimento prévio de algum tópico relacionado. Além disso, insistindo-se na consolidação do que está sendo estudado, antes que novos materiais sejam introduzidos, assegura-se contínua prontidão na matéria de ensino e sucesso na aprendizagem sequencialmente organizada (Moreira, 1999a).

Com base nos princípios fundamentais que determinam a aprendizagem significativa, alguns cuidados e critérios devem ser adotados no processo de ensino. Ao ensinar determinados conteúdos, o material didático – seja ele um texto, uma aula, um artigo – deve possuir significado lógico e psicológico para o aluno. Quanto ao significado psicológico, este é idiossincrático, ou seja, diz respeito a características únicas e especiais que distinguem um ser do outro, de modo que cada aluno vai fazer uma filtragem do que apreende, atribuindo um significado para si próprio. É necessário buscar a linguagem adequada ao lidar com o estudante, usar sinônimos, citar exemplos, explicar de maneiras diferentes, buscar a recursividade, usar a argumentação lógica para não parecer um dogma de fé, de forma a possibilitar a ancoragem do novo conhecimento. Utilizar a diferenciação progressiva, apresentando para o estudante primeiro as ideias mais gerais de determinado conteúdo e depois os detalhes e especificidades. Finalizar cada tópico ou assunto trabalhado com apresentação das relações entre os conceitos e as proposições ensinadas, mostrando as diferenças e as semelhanças entre eles, promovendo dessa forma os princípios da reconciliação integrativa. Entretanto, de nada adianta o material didático ser lógico e potencialmente significativo e o professor ter planejado cuidadosamente sua aula, se o aluno não tiver o

desejo manifesto de aprender. Se ele não estiver “disposto a”, vai simplesmente decorar, atuar mecanicamente, para atender à necessidade de passar no teste.

2.1.6 A avaliação segundo Ausubel

Na sala de aula o papel da avaliação da aprendizagem está em determinar o grau em que os objetivos educacionais relevantes estão sendo alcançados, tornando-se importante seguir os seguintes princípios: verificar o que o aprendiz já conhece antes de tentar ensinar algo mais; observar a aprendizagem que está ocorrendo, para corrigir, esclarecer e consolidar essa aprendizagem; observar a eficácia dos diferentes métodos de ensino e distintos modos de organizar e sequenciar os assuntos (currículo); e verificar até que ponto os objetivos estão sendo alcançados. O alcance desses princípios requer que a avaliação assuma algumas potencialidades, como avaliar os objetivos a serem alcançados, que devem ser apresentados previamente aos alunos de forma clara, levando-os a concentrar seus estudos nos principais pontos da disciplina (Ausubel *et al.*, 1980).

Ausubel *et al.* (1980) também sugeriram alguns procedimentos práticos para que uma avaliação adeque e potencialize os aspectos significativos do conteúdo que foi e será ensinado aos alunos: propor a solução de novos problemas em contextos distintos daquele originalmente aprendido e com enunciados diferentes, de forma a testar a *substantividade* do aprendizado que acontece na aprendizagem significativa; realizar testes (pré-testes) antes do início da disciplina ou de algum conteúdo específico, a fim de avaliar a presença de *ideias âncoras* necessárias para que o aluno possa aprender de forma significativa o novo conteúdo que se dispõe a ensinar; aplicar testes ao final de cada disciplina, a fim de verificar a *retenção* dos vários conceitos abordados – isto assume maior importância quando os tópicos do curso são sequenciados a partir dos princípios da *diferenciação progressiva*. É fundamental aferir os recursos e a estabilidade das ideias de esteio que serão necessárias para trabalhar os novos conteúdos. A ausência dessas ideias compromete o processo de aprendizagem significativa.

2.2 As contribuições de Novak, Gowin e Moreira

Acontecimentos importantes culminaram na decisão de Novak de adotar a teoria da assimilação cognitiva de Ausubel, mais conhecida como teoria da aprendizagem significativa: em 1965, após a publicação do livro *The Psychology of Meaningful Verbal Learning* (Ausubel, 1963), Novak participou de uma conferência privada de cinco dias com Ausubel sobre aprendizagem conceitual; durante o ano que esteve em Harvard, de 1965 a 1966, assistiu a um seminário de Jerome Bruner sobre a aprendizagem cognitiva, iniciando as aulas com crianças na aprendizagem da ciência com base em material de áudio; em 1967, aceitou um lugar na universidade de Cornell, atraindo alunos licenciados em torno das ideias centrais do segundo livro de Ausubel, *Educational*

Psychology: A Cognitive View (1968). Dez anos depois, foi publicada, por Ausubel, Novak e Hanesian (1978), uma síntese teórica que combinava conhecimentos baseados na teoria de Ausubel. Em 1984, no seu livro *Learning How to Learn*, Novak e Gowin propuseram o uso de mapas conceituais como uma heurística. A National Association for Research in Science Teaching (NARST) reconheceu a utilidade emergente dos mapas de conceitos, e publicou uma edição especial no seu jornal oficial sobre as *Perspectives of Concept Mapping* (Novak & Wandersee, 1990), referindo-se ao uso de mapas conceituais para o ensino, a aprendizagem e a investigação.

Biólogo de formação, Novak é um humanista e vê o aprendiz primordialmente como pessoa, focalizando sua atenção no crescimento pessoal e na autorrealização. Em sua ampla proposta, ele vê a educação como um conjunto de experiências cognitivas, afetivas e psicomotoras que contribuem para o aprimoramento do indivíduo. A aprendizagem significativa está por trás desse conjunto de experiências, contribuindo para melhorar a forma de pensar, sentir e fazer, levando o aluno ao engrandecimento humano. Não faz sentido falar do comportamento ou da cognição sem levar em conta os sentimentos, pensamentos e ações que estão integrados no sentido de promover a aprendizagem significativa. Palmero (2004) afirma que é Novak quem dá o caráter humanista à aprendizagem significativa, ao considerar a influência da experiência emocional no processo de aprendizagem.

O estudo sistemático da aprendizagem de materiais significativos é um fenômeno recente, que recebeu grande impulso na década de 1970. A experiência de Novak e Gowin (1999) com a meta-aprendizagem e o metachecimento, que embora interligados são dois corpos diferentes de conhecimento que caracterizam a compreensão humana, começou quando Cardemone, Bogden e Moreira, estudantes licenciados que trabalhavam com os autores na Universidade de Cornell, reconheceram que os conceitos e os métodos utilizados por eles na pesquisa estavam ajudando-os a aprender a aprender.

Mintzes *et al.* (2000) sugerem que o construtivismo de Novak é o único esforço de compreensão que sintetiza, com êxito, o conhecimento atual derivado de uma teoria cognitiva da aprendizagem e de uma epistemologia em expansão, juntamente com um conjunto de ferramentas úteis para os professores na sala de aula e para outros construtores de conhecimento. Para eles, grande parte da boa ciência e da investigação científica ensinada nas escolas produz uma aprendizagem que é, por natureza, gradual e assimilativa.

A natureza do conhecimento, da perspectiva do construtivismo humano, não é uma transcrição simples de objetos e acontecimentos do mundo real que pode ser transmitida por observação direta ou de uma pessoa para outra. O conhecimento é uma estrutura idiossincrática e hierarquicamente organizada de conceitos inter-relacionados, que é construída ao longo do tempo. A construção dessa estrutura conceitual única se dá através de um processo ativo que exige ligação consciente de novos conhecimentos a conhecimentos já existentes. Então, o conhecimento mais importante que os indivíduos podem ter são os conceitos de domínios específicos muito integrados e bem diferenciados (Mintzes *et al.*, 2000).

Ressaltam a importância de favorecer abordagens que exigem a participação ativa, a interação intensiva e a reflexão com responsabilidade, como trabalhos em pequenos grupos, debates, conversas frente-a-frente, atividades que fornecem um contexto e encorajam a construção de significados. O uso de mapas conceituais e de outras estratégias metacognitivas pode ajudar os estudantes a monitorizar e a controlar a sua aprendizagem (Mintzes *et al.*, 2000). Para eles, o objetivo principal da ciência escolar é a qualidade sobre a quantidade, o significado sobre a memorização e a compreensão sobre a conscientização.

Para Gowin, existe uma relação triádica entre professor-materiais educativos-aluno. Um episódio de ensino e aprendizagem, para ele, caracteriza-se pelo compartilhar de significados entre aluno e professor, a respeito de conhecimentos veiculados por materiais educativos do currículo. Segundo o autor, não basta centrar-se na negociação, “é necessário captar os significados, porque são os significados captados que são aprendidos” (Gowin, 1981, p. 42). E enfatiza que “o ensino se consoma quando o significado do material que o aluno capta é o significado que o professor pretende que esse material tenha para o aluno” (Gowin, 1981, p. 81).

Moreira (1999b) aprofunda sua leitura da obra *Educating* de Gowin (1981) – que aborda os fundamentos da educação, da filosofia da educação e da estrutura do conhecimento – e mostra o que ele chama de “modelo de Gowin”, o qual traz implicações importantes para a compreensão do processo de aprendizagem significativa.

Um episódio de ensino ocorre quando é alcançado o compartilhar significados entre professor e aluno. Usando materiais educativos do currículo, professor e aluno buscam congruência de significados. Em uma situação de ensino, o professor atua de maneira intencional para mudar significados da experiência do aluno, utilizando materiais educativos do currículo. Se o aluno manifesta uma disposição para aprendizagem significativa, ele atua intencionalmente para captar o significado dos materiais educativos. O objetivo é compartilhar significados. (Moreira, 1999b, p. 177).

Lemos (2008, p. 71, citando Gowin, 1981, p. 154) diz que os alunos que experimentam as sensações de “captação de significados”, de “percepção de ideia” e de “sentimento positivo”, no processo de compartilhar significados, atuam como estudantes de maneira muito diferente daqueles que não têm essa percepção do que está em jogo no processo educativo. Moreira (1999b, p. 179) afirma que “professor e aluno têm responsabilidades distintas nesse processo”, pois o “professor é responsável por verificar se os significados que o aluno captou são aqueles que o professor pretendia que ele captasse, no contexto da matéria de ensino”. Estando satisfeita essa troca, o aluno está pronto para decidir se quer aprender significativamente ou não.

Lemos (2008) assinala que os professores devem conhecer sobre o conhecimento, sobre como se aprende, sobre a disciplina que ensinam, sobre a estrutura do conhecimento e principalmente conhecer o que significa aprender a aprender. E Moreira (1999b) ressalta que para aprender significativamente o aluno tem que manifestar uma disposição para relacionar de maneira não arbitrária e não literal, à sua

estrutura cognitiva, os significados que capta dos materiais educativos, potencialmente significativos do currículo.

Moreira, partindo de ideias desenvolvidas por Postman e Weingartner (1969), diz que é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva e antropológica, isto é, não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Aprender criticamente, em uma perspectiva antropológica, permite ao sujeito

fazer parte de sua cultura e, ao mesmo tempo, não ser subjugado por ela, por seus ritos, mitos e ideologias. É através dessa aprendizagem que ele poderá lidar construtivamente com a mudança sem deixar-se dominar por ela, manejar a informação sem sentir-se impotente frente a sua grande disponibilidade e velocidade de fluxo, usufruir e desenvolver a tecnologia sem tornar-se tecnófilo. Por meio dela, poderá trabalhar com a incerteza, a relatividade, a não-causalidade, a probabilidade, a não-dicotomização das diferenças, com a ideia de que o conhecimento é construção (ou invenção) nossa, que apenas representamos o mundo e nunca o captamos diretamente. (Moreira, 2005, p. 18).

Nesse sentido, Moreira ressalta que a melhor coisa que um professor pode fazer por seus alunos é ensinar-lhes a perguntar. “Uma vez que se aprende a formular perguntas – relevantes, apropriadas e substantivas – aprende-se a aprender e ninguém mais pode impedir-nos de aprendermos o que quisermos” (Postman & Weingartner, 1969, p. 23, como citado em Moreira, 2000b, p. 5).

O ensino, quando realizado na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa, tem grande potencial de contribuir para que o aluno habitue-se a expor suas ideias, criar, opinar e discutir, ou seja, a se encarregar ele próprio de construir significados pessoais a partir das experiências que vive. Estes aspectos possibilitam ao sujeito tornar-se eficiente na construção do próprio conhecimento e são fundamentais para a sua valorização (e inserção) social como indivíduo, contribuindo para o incremento da sua autoestima e autonomia.

Uma aprendizagem significativa crítica, para Moreira, é uma aprendizagem que considera o erro de modo diferente, que o aceita como algo natural no processo de apreender a informação, que é usada criticamente para superá-lo. Nesta perspectiva podem ser encaradas as situações em que se dispõe de conhecimentos prévios significativamente aprendidos, mas que resultam inadequados para possibilitar a assimilação de novos conhecimentos. Na verdade, são subsunçores relevantes, porém, não os mais adequados ou idôneos para estabelecer os vínculos correspondentes para uma nova aprendizagem.

Lemos (2008, p. 74-75), com base em Moreira (2005), agrega em dois grupos os princípios que facilitam a aprendizagem significativa crítica, com o intuito de ajudar a guiar as decisões do professor ao planificar o ensino ou para mostrar os aspectos mais relacionados às ações que são inerentes ao desenvolvimento do evento educativo. No primeiro grupo considera os princípios “orientadores das decisões”: o aprendiz como perceptor/representador; o conhecimento como linguagem; a consciência semântica; a

incerteza de conhecimento; e a desaprendizagem. O aprendiz, como perceptor e representador da realidade, não se apropria diretamente do mundo real, ele recorre a diversos tipos de linguagem para expressar seu conhecimento e construir significados pessoais. No segundo grupo de princípios, Lemos agrega os mais relacionados ao desenvolvimento do processo de ensino e aprendizagem: a interação social e o questionamento; a diversidade de materiais instrucionais; a não centralidade do livro-texto; a aprendizagem pelo erro; e a diversidade de estratégias de ensino. A desaprendizagem é considerado como princípio comum aos dois grupos. Estes princípios estimulam a formação de sujeitos críticos e requerem um ensino tão dinâmico e diversificado como as experiências vividas por eles fora da escola.

2.3 Mapa Conceitual: instrumento de ensino e aprendizagem

Trabalhando com base na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel e com as ideias atuais da epistemologia, Novak desenvolveu a estratégia do mapa conceitual (Gonzalez & Novak, 1996). O mapa conceitual é visto como instrumento facilitador da aprendizagem significativa desde a década de 1970, tendo sido utilizado pela primeira vez por Novak em 1972, em seu trabalho com alunos de escola primária (Novak, 1998). Segundo seu criador, o mapa conceitual permite evidenciar conceitos subsunçores presentes na estrutura cognitiva do aluno, o que significa dizer que ao ensinar o professor pode usá-lo para favorecer a aprendizagem conceitual do aluno.

Novak e Gowin (1999) descrevem os fundamentos teóricos dos mapas conceituais, afirmando que o mapa conceitual é um instrumento centrado no aluno e não no professor, que atende ao desenvolvimento de habilidades e não se conforma somente com a repetição mecânica da informação, o que possibilita desenvolver as dimensões de uma pessoa nas áreas afetiva e intelectual. É importante que o mapa conceitual seja percebido como técnica de ensino e de aprendizagem com significativas repercussões no âmbito afetivo-relacional do aluno, uma vez que sua atenção, aceitação e o aumento de seu êxito na aprendizagem favorecem, paralelamente, a aprendizagem significativa e, com ela, o desenvolvimento de sua autoestima.

Os mapas conceituais, entre os seus muitos usos, permitem a avaliação do conhecimento prévio, o diagnóstico das concepções alternativas, a utilização como um mecanismo para ilustrar a natureza hierárquica, conceitual e proposicional do conhecimento, e também como mecanismo metacognitivo, para ajudar os alunos a reorganizar as estruturas cognitivas em padrões mais fortemente integrados, promovendo assim a aprendizagem significativa. Construídos segundo a teoria de Ausubel, os mapas se adequam bem às perspectivas construtivistas da aprendizagem. Ao construir seus próprios mapas, os indivíduos devem ordenar hierarquicamente os conceitos e uni-los com palavras de ligação, resultando daí, individualmente ou em grupo, uma estrutura ordenada de conhecimento (Trowbridge & Wandersee, 2000).

Como recurso esquemático para representar um conjunto de significados conceituais incluídos em uma estrutura, os mapas conceituais têm por objetivo representar essas relações significativas entre conceitos na forma de proposições (Novak

& Gowin, 1999). Tanto para professores quanto para alunos, o mapa conceitual é útil para tornar claro o pequeno número de ideias-chaves em que eles devem focar para uma tarefa de aprendizagem específica. É útil também para evocar o conhecimento prévio, a diferenciação progressiva, a sequenciação de conceitos em uma hierarquia distinta e a reconciliação integrativa, onde pode ser demonstrada a inter-relação dos conceitos através das ligações cruzadas (Trowbridge & Wandersee, 2000).

Os mapas conceituais são representações ordenadas hierarquicamente, com um conceito superordenado no topo. Cada conceito subordinado deve ser mais específico e menos geral do que o conceito que se encontra acima dele, do ponto de vista do contexto do mapa. Os conceitos são ligados por linhas, legendadas com palavras de ligação que expressam a relação entre eles, formando proposições. As ligações cruzadas – que são representadas por linhas ponteadas, por convenção – estabelecem a ponte entre conceitos de distintos segmentos da hierarquia conceitual, criando proposições novas e perspicazes. Os exemplos são colocados na parte inferior do mapa, embaixo dos conceitos a que se referem. A construção de um mapa requer uma compreensão acerca das ideias transmitidas pelos conceitos, promovendo a capacidade para usar conceitos como base da linguagem científica. O mapa conceitual exige de quem o constrói que dê prioridade aos conceitos selecionados e faça uso prudente deles.

O formato do mapa conceitual pode variar, dependendo da necessidade do professor, do investigador ou do aluno e da finalidade a que se destinam. Trowbridge e Wandersee (2000) sugerem que se comece com o uso de micromapas e se discutam as possibilidades de outros formatos, tais como macromapas e mapas cognitivos. Os micromapas são mapas de conceitos que limitam o número de elementos de 10 a 15, incluindo exemplos, o que apresenta algumas vantagens: não se tornam demasiadamente grandes e confusos; quem os faz deve dar prioridade aos elementos; demoram menos tempo para ser feitos; são mais fáceis de avaliar; requerem menos tempo para ser revistos, o que é vantajoso para o instrutor e para o aluno. Foram utilizados por Trowbridge e Wandersee (1994) e por Trowbridge (1995), em dois estudos e pesquisa, para avaliar o conhecimento conceitual de estudantes com tópicos sobre a evolução biológica e com a ciência marinha. Em ambos os estudos os alunos ficaram impressionados com a capacidade que eles tiveram de criar gráficos tão abrangentes. Os macromapas são mapas mais amplos, onde se pode resumir um curso, um texto, uma série de vídeos ou um currículo inteiro.

Os mapas progressivos são mapas conceituais que mostram a evolução do conhecimento dos estudantes em série temporal, ou seja, em progressão. Este modelo foi utilizado por Pearsall, Skipper e Mintzes (1997), em estudo longitudinal com alunos de Biologia. No final, obteve-se um conjunto de mapas conceituais de cada aluno que lhes permitia reconstruir o processo de mudança conceitual e das tendências dos mapas conceituais. Em trabalho mais recente, Conceição e Valadares (2002) utilizaram o mapa conceitual progressivo como suporte em uma estratégia de aprendizagem dos conceitos de mecânica, com alunos do 9º ano, em uma escola de Portugal.

Segundo Novak e Gowin (1999), os mapas conceituais podem ser avaliados utilizando-se critérios tanto qualitativos como quantitativos de análise. A avaliação pode levar em conta o número de proposições válidas (relação de significado entre dois

conceitos); a hierarquia (subordinação dos conceitos); as ligações cruzadas (ligações entre conceitos de segmentos distintos); e os exemplos (conceitos que exemplificam outros). Pode-se atribuir um ponto por cada proposição válida e significativa que apareça; cinco pontos por cada nível hierárquico; dez pontos por cada relação cruzada que seja válida; e um ponto por cada exemplo válido. Atualmente, existe uma corrente de pesquisadores que utilizam a ferramenta de software *Cmaptools* para avaliar as estruturas de mapas conceituais (Novak e Cañas, 2010).

Wandersee (1992) propôs como padrão uma lista com itens para avaliar os mapas, assim como procedimentos para a sua construção. O mapa deve ter cinco conceitos-base fornecidos pelo instrutor, devendo-se avaliar se: todas as ligações entre os conceitos estão bem feitas; o mapa tem alguma ligação cruzada legendada; o mapa tem exemplos, de preferência novos; o mapa é em forma de árvore, dendrítico, em vez de alinhado, linear; o conceito superordenado é a melhor escolha, dado o modo como estão arranjados os conceitos; os exemplos incluídos são apropriados; o mapa tem qualidade científica apropriada; quem fez o mapa usou os símbolos adequados dos mapas e seguiu as convenções padrão para fazer mapas; o mapa é limitado a aproximadamente 12 elementos.

2.4 Referencial epistemológico: Bachelard, Toulmin, Mayr

A importância de apresentar aqui uma breve síntese sobre as epistemologias de Gaston Bachelard, Stephen Toulmin e Ernst Mayr reside no fato de que os dois primeiros aportam contribuições teóricas relevantes para compreender como ocorre o processo de aprendizagem significativa, enquanto o último discute a Biologia nos seus aspectos evolutivos e da diversidade biológica, como uma ciência que dá conta de responder e justificar o mundo vivo.

Na epistemologia de Bachelard (1971, 1991), conhecido como o filósofo da desilusão, merece destaque a noção de obstáculo epistemológico. Segundo ele, o problema do conhecimento deve ser colocado em termos de dificuldades internas a serem superadas na formação do espírito científico. Bachelard relaciona dez obstáculos que impedem que ocorra uma apropriação correta do conhecimento científico, entre os quais se incluem: experiência primeira, realismo, verbalismo, substancialismo, animismo. Essa reflexão em torno da noção de obstáculo epistemológico leva Bachelard ao conceito de obstáculo pedagógico. Para ele esse conceito é pouco compreendido pela educação. Como educador e filósofo da ciência, argumenta que os professores de ciências não reconhecem que existem obstáculos pedagógicos na apropriação do conhecimento científico pelo aluno, impedindo a formação do espírito científico. Lembra aos professores e pesquisadores que devem levar em conta a existência de obstáculos epistemológico-pedagógicos e trabalhar com a psicologia do erro, da ignorância, da irreflexão (Bachelard, 1976).

Bachelard esteve comprometido com a reflexão e permanente reconstrução da ciência, fundamentado em conceitos que remetem a uma crítica que problematiza o pensamento a respeito de cada um deles. Os conceitos espírito científico, espectro

pedagógico, perfil epistemológico, obstáculo epistemológico, noções-obstáculo, filosofia do não e obstáculo pedagógico são desafios que se articulam no fazer científico. *A filosofia do não*, conceito amplamente discutido por Bachelard, não é uma vontade de negação, não é um negativismo, ao contrário, é construção, traz em sua essência um fator de evolução. Nega a cultura pessoal, na figura de obstáculo epistemológico, no sentido de superá-lo.

Bachelard (1991, p. 10) argumenta que a filosofia da ciência física é uma filosofia aberta ao pensamento científico. Nesse contexto, defende que “conhecer cientificamente uma lei natural é conhecer simultaneamente como fenômeno e como número.” Por tais razões, reforça que o pensamento científico deve assentar-se “no campo epistemológico intermediário entre a teoria e a prática, entre matemática e experiência”. Explica que, para o racionalismo científico que defende, a aplicação constitui um compromisso; se não se aplica adequadamente, está pronto a modificar-se. Esclarece que destruir erros não é fácil, porque os erros são coordenados e isso caracteriza o espírito não científico a ser extinto, para permitir a construção do *espírito científico*. Desse modo, deve-se compreender que uma experiência nova nega sempre a experiência antiga, e quando isso não acontece, não se constitui em nova experiência. No entanto, a dimensão da nova experiência não tem um fim em si mesma. O espírito científico é orientado no sentido de discutir os seus princípios, questionar suas evidências e construir outras, procurando, como diz Bachelard (1991, p. 13), “enriquecer o seu corpo de explicação sem dar nenhum privilégio àquilo que seria um corpo de explicação natural preparado para explicar tudo”.

O espectro epistemológico é constituído pelas diversas visões da filosofia da ciência, abertas ao diálogo, que permitem entender a produção do conhecimento científico e constituem uma ferramenta de análise para esse entendimento (Bachelard, 1971, como citado por Moreira, 2006, 2010b). A partir do espectro epistemológico, Bachelard coloca o conceito de perfil epistemológico, por meio do qual poder-se-ia avaliar a ação psicológica efetiva das diversas filosofias na construção do conhecimento, visto que uma única filosofia não consegue dar conta de um conhecimento preciso (Bachelard, 1991; Moreira, 2006, 2010b).

O caráter evolutivo dos conceitos e seu papel fundamental na compreensão humana estão enfatizados na epistemologia de Toulmin (1977). Consistente com essa posição filosófica está Ausubel, cuja teoria utiliza a aquisição e o uso dos conceitos (Gonzalez & Novak, 1996). Novak (1982) argumenta que o pensamento racional é baseado na estrutura conceitual que um indivíduo adquire e, apoiando-se em Toulmin, acredita que a educação deve centrar-se na aprendizagem de conceitos e não em estratégias de solução de problemas. Com formação também em Biologia, Toulmin descreve as populações de conceitos que são mantidas por qualquer cultura de modo semelhante às populações de espécies em um Bioma. Novos conceitos competem com os velhos e em alguns casos sobrevivem apenas os novos. Assim, a evolução dos conceitos ocorre de maneira análoga à evolução biológica. Os argumentos de Toulmin (1977) estão baseados na premissa de que os conceitos são elementos básicos do conhecimento e pensamento humanos.

Segundo Toulmin, a chave da compreensão humana está nos conceitos, que se caracterizam como sistemas ou populações conceituais empregados pela coletividade de usuários, construídos por processos sócio-históricos. Com esse pensamento, o indivíduo passa a entendê-los com propriedade se considerar os fatores sócio-histórico-culturais nos quais estão inseridos. Evidencia-se que o pensamento é individual, porém os conceitos são compartilhados entre a classe de usuários. Por esse motivo, a compreensão do que são conceitos e da ação desempenhada por eles exige considerar a relação fundamental entre pensamentos e crenças pessoais e a herança linguística e conceitual coletiva (Toulmin, 1977). Diante dessas ideias, os conceitos científicos se distinguem em três aspectos: na linguagem, na representação e na aplicação. Para dar conta dos problemas científicos é necessário que os novos conceitos possam mudar em qualquer um desses aspectos ou em todos eles. Essa possibilidade se concretiza em uma explicação do desenvolvimento conceitual capaz de sustentar a mudança conceitual, mas que revele, igualmente, a ocorrência da mudança progressiva e da mudança radical a partir das diferentes maneiras com que se operam tais fatores. Compreender esta intervenção permite explicar evolutivamente a transformação progressiva das populações conceituais, que dão identidade à mudança conceitual.

Quanto às mudanças conceituais aceleradas nas disciplinas científicas, Toulmin coloca que tais mudanças estão sujeitas à estabilidade de “foros de competição profissionais” especializados e protegidos, que garantem a sua sobrevivência e transmissão a gerações futuras. Consideradas como entidades históricas em evolução e não seres eternos, quando analisadas como empresas racionais em desenvolvimento histórico, destinadas a melhorar os processos educacionais, estão forçadas à sua própria transformação (Toulmin, 1977; Moreira, 2006, 2010b). Com base nesse entendimento, deve-se compreender que o conteúdo de uma ciência passa de uma geração de cientistas a outra pelo processo de enculturação. A partir desse processo, supõe-se uma aprendizagem por meio da qual certas habilidades explicativas se transferem, com ou sem modificação, de uma geração mais antiga para outra mais nova. Toulmin afirma que durante o processo de aprendizagem o núcleo de transmissão torna-se o primeiro elemento a ser aprendido, aprovado, aplicado e mudado. São empregadas técnicas, procedimentos, habilidades intelectuais e métodos de representação “para explicar” os sucessos e os fenômenos no âmbito da ciência desejada. Entretanto, apenas isso não basta, deve-se compreender, também, que os aspectos intelectual e humano de uma ciência sustentam uma estreita ligação e conservam status semelhantes, uma vez que uma ciência deve ser entendida como uma empresa racional integrada, da qual as características intelectuais e institucionais da ciência são complementares (Toulmin, 1977; Massoni, 2005; Moreira, 2006, 2010b).

A Ciência Biológica é entendida como um processo de proposições de problemas e tentativas de resoluções para um entendimento melhor do mundo em que vivemos. Com seu olhar crítico, Mayr não se dirige apenas à estrutura teórica e empírica da disciplina, mas também à história e natureza do conhecimento científico elaborado pelos biólogos. Mayr (2005) é categórico em afirmar que a biologia evolutiva não se baseia em leis, a sua fundamentação está ligada, principalmente, a conceitos, e como tal é uma ciência histórica que se expressa por meio de narrativas. Constata que a

especiação, processo evolutivo pelo qual as espécies vivas se formam, é um exemplo de problema não resolvido, assim como a causalidade dual, a seleção natural, a evolução.

Sobre a complexidade dos sistemas vivos, Mayr afirma que não há sistemas inanimados no mesocosmos que cheguem sequer perto de serem tão complexos quanto os sistemas biológicos de macromoléculas e células. São sistemas abertos e, por exemplo, a eles não se aplicam os princípios da entropia, devido ao fato de serem dotados de qualidades como reprodução, metabolismo, replicação, regulação, adaptação, crescimento e organização hierárquica, o que não existe no mundo inanimado. Embora Mayr reconheça a validade para a biologia de certas leis físicas, quando se analisam fenômenos atômicos e moleculares, que ocorrem em níveis de organização individual ou celular (por exemplo, fisiologia, biofísica ou bioquímica), ou até ecossistêmica (fluxo de energia), não há lei alguma na física que ajude a compreender a evolução. Portanto, as interpretações de fenômenos em termos evolutivos prescindem totalmente da física. E se concordarmos parcialmente com a célebre frase de Dobzhansky de que “nada faz sentido em biologia a não ser à luz da evolução”, a física não faz nenhum sentido para a compreensão dos fenômenos evolutivos. A biologia evolutiva não se baseia em leis – embora a seleção natural possa ter um status epistemológico de lei –, fundamenta-se principalmente em conceitos, conforme relata Martins (2006).

As análises históricas e epistemológicas da biologia são ingredientes especiais da ampla contribuição de Mayr ao desenvolvimento dessa ciência, pois ajudam a entender por que a biologia evolutiva deve ser considerada uma ciência autônoma e prescindir totalmente da física para explicar fenômenos específicos dos seres vivos. Ele defende que a biologia evolutiva é uma ciência autônoma, que trata da complexidade própria dos seres vivos, que evoluíram a partir de uma origem comum e se diversificaram gradualmente, por meio da especiação, em criaturas adaptadas, por intermédio da seleção natural, a condições ecológicas variáveis (Mayr, 2005, 2008; Moreira, 2006, 2010b). Esse é o modo como a ciência avança, semelhante ao do mundo orgânico, caracterizando assim o processo epistemológico por variação e seleção. Segundo Mayr (2005), o que tornou a Biologia uma ciência autônoma foi a descoberta de conceitos próprios específicos, como a complexidade dos sistemas vivos, a evolução, a biopopulação, a causalidade dual e a seleção natural.

Pode-se concluir que as contribuições de Bachelard, Toulmin e Mayr para o ensino da ciência estão relacionadas ao corpo total de verdades que cresce por meio do diálogo ativo entre a razão e a experiência. Os conceitos mais relevantes de Bachelard são os obstáculos pedagógicos, o espectro epistemológico, o perfil e o obstáculo epistemológico, as noções de obstáculo e a filosofia do não. Suas contribuições para o ensino foram guiadas pelo conhecimento dos obstáculos epistemológicos e pedagógicos do educando e professor, defendendo um modelo didático que propicie rupturas do conhecimento prévio do aluno para a apreensão do conhecimento científico. Toulmin vê a Ciência como uma empresa racional que integra características intelectuais e institucionais complementares dela mesma, trazendo como conceitos mais importantes os próprios conceitos, as populações conceituais, a mudança conceitual; a ciência e as disciplinas científicas. Ele concebe o ensino como fórum de significações, captação,

divulgação e enculturação dos conceitos científicos de uma determinada disciplina científica. Mayr, por sua vez, trata a Ciência como um processo em constante evolução. O desenvolvimento da Biologia ocorre pela elaboração de novos conceitos e princípios. Entre os conceitos principais de seus estudos encontram-se a evolução, seleção natural, complexidade dos seres vivos, biopopulação, causalidade dual e o fisicalismo. Suas teorias contribuíram significativamente para a organização da Ciência Biológica em estruturas conceituais flexíveis e com aplicação heurística. Para Mayr, a biologia evolutiva é tão importante quanto a física. Afinal, o que interessa mesmo é a ampliação do conhecimento sobre a natureza. Qualquer ciência autônoma que de fato contribua para isso deverá ter o seu lugar reconhecido.

CAPÍTULO 3

REVISÃO DA LITERATURA

Este capítulo de investigação documental descritivo relata o estudo de diversos artigos publicados nas principais revistas de pesquisa em ensino de ciências sobre o uso dos mapas conceituais, em diferentes contextos relacionados à aprendizagem significativa em determinados campos conceituais das Ciências e da Biologia, assim como sobre sua influência no ensino de várias disciplinas, em diferentes níveis educativos.

3.1 Pesquisas sobre mapas conceituais em Ciências e Biologia

Buscando maneiras de ajudar o estudante a aprender a aprender, Novak (2001), vem trabalhando por décadas a aplicação de mapas conceituais para que professores possam ajudar seus alunos a construir o conhecimento de forma significativa. Estudos elaborados por diversos autores em diversas áreas da ciência têm mostrado que não é fácil mudar o modo tradicional de ensinar ciências, com ênfase na memorização mecânica, em detrimento de modelos em que predomine a aprendizagem significativa, que leve o aluno a construir seu conhecimento.

No campo da Biologia, por exemplo, também essa forma de ensino não é diferente, por isso buscou-se fazer um apanhado geral dos trabalhos com mapas conceituais desde a década de setenta até os dias atuais com o objetivo de verificar a evolução da aprendizagem, através dos mapas conceituais e evidências de aprendizagem significativa na área das ciências com ênfase nas ciências biológicas. Amabis (2006), citando Schmidt e Telaro (1990) diz que:

Biologia é tão difícil de aprender porque lida com uma grande quantidade de conceitos não familiares ao aprendiz e que apresentam relações complexas entre si. A estratégia dos estudantes para lidar com material não familiar e sem ligação evidente com sua rede cognitiva é o aprendizado por memorização, que falha completamente face às complexas interações conceituais inerentes a Biologia. Nesse sentido, os mapas de conceitos favorecem o aprendizado com significado e parece ser o caminho ideal para tratar o conteúdo biológico.

Analisou-se com base no referencial teórico da Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel *et al.* (1980) e Ausubel (2002) e também de alguns dos estudiosos que interpretam esta teoria Novak (1985), Moreira, (1999a, 1999b, 2000a, 2003, 2006b), Moreira e Masini (2001), Masini e Moreira (2008), Lemos (2008), González e Novak (1996), Palmero *et al.* (2008), Ballester (2002) e Novak e Gowin (1999) o mapa conceitual como uma projeção prática da teoria de Ausubel e apresentou como proposta final a utilização dos mapas embasada no referencial teórico deste estudo, os mapas conceituais, que seja introduzida desde as séries iniciais da educação na região Nordeste do Brasil no estado de Pernambuco, contribuindo para ajudar o aluno a caminhar em direção a aprendizagem significativa.

O mapa conceitual, além de ser uma ferramenta de aprendizado, com numerosos usos em classes de Biologia e Ciências tem sido descrito por vários autores como uma

importante ferramenta cognitiva na educação em ciências indicando seus benefícios e uso em sala de aula.

O Ensino de Ciências Naturais no Brasil nas séries iniciais do Ensino Fundamental, orientado pelos Parâmetros Curriculares Nacionais, destaca a importância, no contexto escolar, da aprendizagem significativa, afirmando assim que é necessária a construção de uma estrutura geral da área que “favoreça a aprendizagem significativa do conhecimento” (SEF, 1997, p. 31). Entretanto, o aprendizado que os alunos trazem do cotidiano não é aproveitado nas aulas, impedindo que um dos princípios da aprendizagem significativa seja vivenciado: ensinar a partir dos conhecimentos prévios que o aluno possui tanto do ponto de vista psicológico cognitivo e afetivo, como do sociocultural. Dentro desses princípios percebe-se que a aprendizagem é compreendida como um processo educativo dinâmico nos quais os novos conhecimentos interagem constantemente com os conhecimentos prévios do aluno. E que o material a ser aprendido deve interagir na estrutura cognitiva do aluno com conhecimentos especificamente relevantes justificando assim o conceito central da teoria.

Baseados na Teoria Construtivista da Aprendizagem Significativa, Ausubel *et al.* (1980), Moreira, (2006b), Moreira e Masini (2001, 2008), Masini e Moreira (2008), Valadares e Moreira (2010) defendem que o seu principal processo está em facilitar a integração dos conhecimentos, sequenciando e construindo o que sabemos para deixar claro para o aluno o que queremos ensinar. Nessa perspectiva, os estudantes possuem uma inesgotável capacidade criativa e a teoria de Ausubel que potencia essa qualidade humana. Ausubel e colaboradores destacam quatro princípios programáticos básicos dos conteúdos dos currículos escolares para facilitar a Aprendizagem Significativa no processo educativo.

São eles: a *diferenciação progressiva*, segundo o qual o assunto deve ser programado ou trabalhado de forma que as ideias mais gerais e inclusivas da disciplina sejam apresentadas no início do processo ensino-aprendizagem e, progressivamente, diferenciadas em termos, detalhes e especificidade; a *reconciliação integrativa*, de acordo com o qual a programação do material instrucional deve ser planejada também para explorar relações entre ideias, apontar similaridades e diferenças significativas, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes; a *organização sequencial*, que propõe que os tópicos ou as unidades de estudo devem sequenciar de maneira tão coerente, quanto possível (atendendo aos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa) com as relações de dependência naturalmente existentes na matéria de ensino; a *consolidação*, pois uma vez que são determinantes na aprendizagem os conhecimentos prévios que o aluno já sabe, a organização da matéria de ensino deve ser contínua e assegurar uma alta probabilidade de êxito na aprendizagem sequencialmente organizada, insistindo-se no domínio do que está a ser estudado.

Para Novak e Gowin (1999, p. 23), “a melhor teoria de aprendizagem que enfoca as relações entre os conceitos como base na construção pelo indivíduo do seu próprio significado idiossincrático” é a de Ausubel. Eles relatam que as bases filosóficas dos primeiros trabalhos realizados na Universidade de Cornell Cardemone (1975), Bogden

(1977), Moreira (1977) foram realizados com estudantes universitários; mais recentemente com estudantes das séries iniciais Kinigstein (1981), Symington e Novak (1982) e do Ensino Fundamental II Gurley (1982), Novak, Gowin e Johansen (1983). A construção de mapas conceituais é o resultado destes trabalhos, acreditando que a teoria de Ausubel oferece um sólido fundamento intelectual para a criação de novas situações de ensino e aprendizagem que podem conduzir a melhores práticas educacionais. Como o recurso dos mapas conceituais pode ser fonte potencial de interesse por aprender, considerado um instrumento eficaz que assume esse referencial teórico para o trabalho em sala de aula (Moreira, 2006b), far-se-á dele o foco principal desta revisão.

Novak (1985) sustentou que há um grande potencial de aprendizagem nos seres humanos, o qual permanece sem ser desenvolvidas e muitas práticas educativas dificultam mais do que facilitam a expressão do mesmo, chegando a afirmar que o modelo de instrução e avaliação mais frequente em escolas e universidades justifica e recompensa a aprendizagem memorística repetitiva e com frequência penaliza a aprendizagem significativa. Ele vê nos mapas conceituais uma técnica que confirma sua eficácia, diante dos estudos apresentados ao longo desses trinta anos. Resultam do conhecimento de como funciona o cérebro e de como os seres humanos constroem conhecimento e estão baseados na teoria da aprendizagem significativa, que tem sido testada com êxito durante anos de investigação em centros educativos de ensino básico, secundário, médio e superior. A elaboração de mapas conceituais ajuda a evitar uma classe de educação e aprendizagem não substantiva, arbitrária e memorística por repetição mecânica. Portanto, para Novak, a aprendizagem significativa é facilitada com a utilização dos mapas conceituais.

As principais ideias, que subjazem a teoria de Ausubel, Novak e Gowin (1999 p. 28), defendem que os acontecimentos ocorridos nas salas de aula são influenciados pelos estudantes, pelos materiais educativos, pelos professores, pelo clima social da escola e da comunidade. Baseada nessa informação, Lemos (2008, p.72) destaca que a ênfase de Novak é na aprendizagem significativa que está por trás da integração construtiva entre sentimentos, pensamentos e ações, levando ao engrandecimento humano. Considera, ainda, que nenhuma estratégia de ensino é ideal por si só, pois depende do contexto educativo em que ela se insere. Embasados na aprendizagem significativa de Ausubel estão os mapas conceituais. Entende-se que ao construí-los o aluno constrói seu conhecimento e significados a partir de sua predisposição para realizar essa construção.

Os mapas são os instrumentos que facilitam o aprendizado do conteúdo sistematizado transformando-o em conteúdo significativo para o aprendiz. Os mapas conceituais possuem características que são próprias e, assim, diferenciam-se de outros instrumentos ou meios educativos ou didáticos Novak e Gowin (1999), Ontoria *et al.* (2005), Moreira (2005, 2006a). Há neles três elementos fundamentais: *conceitos*, que se referem a regularidades em eventos ou objetos, caracterizados por atributos criteriosais e que podem ser identificados por substantivos e adjetivos (ex.: folhas amarelas); *proposições*, constituídas por dois ou mais termos conceituais unidos por palavras de ligação para formar uma unidade semântica, correspondem a frases com significados determinados (ex.: no outono muitas folhas ficam amarelas); *palavras ou verbos de*

ligação que unem os conceitos para formar as proposições e indicam o tipo de relação existente entre eles (ex.: e, então, contém, tipo de, exemplo de, leva a, implica, entre outros).

Nas últimas décadas encontram-se vários estudos na literatura sobre estratégias de aprendizagem apoiada na teoria da aprendizagem significativa de Ausubel *et al.* (1980), Novak e Gowin (1999), Moreira (1980, 1986, 1997, 1998, 1999a, 1999b, 2006a, 2010a), Moreira e Masini (2008). O mapeamento conceitual por ser um instrumento facilitador da aprendizagem, é um recurso utilizado de formas variadas no contexto escolar, na avaliação, para negociar e compartilhar significado, como diagnóstico prévio, como ensino e aprendizagem, como recurso didático, na aprendizagem, como experiência participativa, em aula, entre outros. Porém, ele só alcança sua verdadeira potencialidade se forem bem conhecidas e usadas as bases teóricas que os fundamentam, caso contrário, continuar-se-á a obter aprendizagens memorísticas e superficiais, mesmo com mapas conceituais e outras estratégias supostamente facilitadoras de aprendizagem significativa. A seguir, apresentam-se alguns exemplos de como pode ser usado o mapa conceitual.

Como instrumento avaliativo da aprendizagem é importante determinar os conceitos apropriados e as relações estabelecidas entre eles, isto é, obter informações acerca de como o aluno “estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina e integra conceitos de uma determinada unidade de estudo, tópico, disciplina etc” Moreira e Buchewitz (1993, p. 43), Moreira (2006a, p. 55). Quando o aluno compara seus mapas conceituais elaborados individualmente com os de outros colegas e percebe que cada um construiu um mapa conceitual diferente, pode-se utilizar essa constatação para negociar e compartilhar significados, explica Ontoria, Pastor, Buenadicha, Molina Rubio, Moyas, Ramírez e Tapiz (2005, p. 115), ou seja, o mapa individual representa a estrutura de um conhecimento individual, a forma como o aluno interpretou os novos conteúdos a partir de seu conhecimento prévio. Antes de iniciar o processo de ensino e aprendizagem de um novo conteúdo, ou tema, o professor pode fazer um levantamento inicial do grau de organização dos conhecimentos dos alunos, empregando, dessa forma, o mapa conceitual que atua como um diagnóstico prévio.

Como instrumento de análise do conteúdo curricular, os mapas conceituais podem ser usados para mostrar relações hierárquicas significativas entre os conceitos do conteúdo de uma aula, de uma unidade de estudo ou de um curso todo. Representa estruturas conceituais em discussão de forma organizada, facilitando a apresentação e a aprendizagem dessas estruturas, segundo Moreira (2006a). São também representações concisas capazes de transformar textos complexos e de difícil leitura em estruturas gráficas resumidas.

Como instrumento didático não só com a finalidade de identificar significados pré-existentes na estrutura cognitiva do educando, isto é, os *subsunçores* que são necessários à aprendizagem, mas também para funcionar como organizador prévio para fazer ponte entre esses significados facilitando, deste modo, o estabelecimento de relações explícitas entre o novo conhecimento e aquele já existente, o que é condição necessária para dar significado aos novos materiais de aprendizagem.

3.1.1 Pesquisas sobre a diversidade de uso de mapas conceituais

A busca de publicações de trabalhos sobre mapas conceituais na pré-escola e nas séries iniciais do Ensino Fundamental I e II ocorreu, primeiramente, em revistas nacionais e internacionais indexadas na área de Ensino de Ciências nos últimos dez anos. Contudo, diante da quantidade escassa de material encontrada optou-se também por outras fontes de consulta, como livros e anais de congressos, que estão descritas a seguir.

Edwards e Fraser (1983) utilizaram os mapas conceituais em classes de Ciências de uma escola primária e demonstraram haver um grande potencial dos mesmos para revelar não só a compreensão conceitual como também as atitudes dos alunos, no caso identificadas como positivas. Siqueira, Freitas e Leite (1985), pesquisando o uso de mapas conceituais com crianças da quarta série de uma escola primária portuguesa, constataram que elas podem aprender a usar a ferramenta em tópicos de Ciências. A maior dificuldade encontrada foi quando lhes foi dada uma lista de conceitos para a elaboração dos seus mapas, pois as crianças não haviam tido contato anterior com tais conceitos. No mesmo sentido, as ligações cruzadas e algumas representações pictóricas, refletindo a dificuldade na estruturação dos mapas conceituais foram desafiadoras para os alunos. Essas dificuldades foram superadas gradualmente depois de várias sessões trabalhando com mapas, indicando a importância de desenvolver mais pesquisas com alunos da primeira, segunda e terceira séries.

Os trabalhos que tratam do uso de mapa conceitual como forma de avaliação do conhecimento dos alunos, do ensino e do currículo, foram identificados por Brody e Koch (1986) avaliaram o conhecimento de alunos das 4ª e 8ª séries, e do terceiro ano de doze escolas no estado do Maine, EUA, por meio de mapas conceituais e entrevistas sobre conteúdos relacionados à Ciência Marinha e a questões de recursos naturais. Os resultados indicaram que os alunos das séries mais elementares aprenderam alguns conceitos marinhos e de recursos naturais básicos, mas houve pouca assimilação de conceitos à medida que os níveis de instrução aumentavam.

Thomson (1997) realizou um estudo usando os mapas conceituais em duas escolas primárias como um meio de avaliação de um programa sobre a tecnologia. Na primeira escola, que tinha um programa planejado de tecnologia, o uso dos mapas foi ensinado pelo professor titular. Às crianças que estavam envolvidas foi solicitada a descrição, em formato de um mapa conceitual, o que entendiam sobre tecnologia. Na segunda escola, a tecnologia funcionava como um segmento em todo o programa de estudos ambientais, estando implícita sem a necessidade de qualquer conhecimento na área específica do assunto para as crianças. As percepções das crianças sobre tecnologia e das suas atitudes foram analisadas com referência ao mapa conceitual construído. Os resultados observados na primeira escola e os conhecimentos das crianças sobre tecnologia foram identificados como conceber, fazer, resolver problemas e gerar ideias, enquanto que na segunda escola foi relacionado a objetos e a novas invenções. Argumenta-se que para se ter uma compreensão abrangente do tema tecnologia as crianças devem ter o conhecimento e a compreensão de ambos os desfechos. Os professores de ambas as escolas decidiram olhar mais de perto seus programas a fim de

descobrir quais modificações podem ser feitas. Concluindo, o mapeamento conceitual na forma sugerida como meio de avaliação, e mostrou-se uma ferramenta possível para avaliação dos programas de tecnologia na escola primária.

Stow (1997) descreveu um estudo investigando a eficácia dos mapas conceituais para que as crianças se concentrassem em sua própria aprendizagem em ciências e para que proporcionassem uma forma de descreverem as suas próprias realizações. Os alunos desenharam um mapa de conceitos sobre o tema “ciclo da água”. Um aluno desenhou um mapa antes da investigação que parecia mostrar uma compreensão comum de conceitos envolvidos. Após a investigação, o mesmo aluno elaborou um mapa substancialmente mais sofisticado, apresentando um maior número de conexões e uma maior compreensão gramatical na formação das proposições. Demonstrou uma compreensão mais clara dos conceitos envolvidos, como, por exemplo, de que a evaporação é ligada à condensação e, também, ao sol. Ao comparar os dois mapas deste aluno os benefícios são evidentes. O mapeamento conceitual proporcionou aos alunos analisar o progresso de sua própria aprendizagem, o que é fundamental para a promoção da aprendizagem significativa. A avaliação posterior ao mapeamento fez com que os alunos analisassem o seu próprio pensamento, o que lhes permitiu identificar os seus pontos fortes e fracos e definir futuras metas de aprendizagem. Os resultados indicam que algumas crianças foram capazes de identificar metas específicas para a aprendizagem futura. Motivação e metacognição foram as principais áreas de benefício.

Mendonça, Moreira e Palmero (2008) constataram que a aprendizagem sob um enfoque cognitivo é entendida como um processo basicamente interno. Os critérios de avaliação utilizados nessa pesquisa foram os mapas conceituais centrados na assimilação de um conteúdo de Ciências Naturais (Solo) trabalhado com uma turma da quinta série do ensino fundamental. Os mapas foram construídos individualmente, antes, durante e após o assunto. A análise teve como objetivos avaliar a aprendizagem – no intuito de obter evidências em termos conceituais do que o aluno sabe – e investigar as mudanças ocorridas nas estruturas cognitivas dos estudantes durante e após a instrução, mostrando evidências de uma possível aprendizagem significativa. Os mapas conceituais apresentados pelos alunos como instrumento de avaliação evidenciaram os critérios básicos de Ausubel, Novak e Gowin. A organização hierárquica, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa demonstraram que existe uma melhora na aprendizagem significativa quando quem aprende reconhece esses critérios.

Lemos, Moreira e Mendonça (2008) descreveram e analisaram uma atividade educativa que pretendeu ensinar, a alunos da sexta série do ensino fundamental, o tema Répteis, com auxílio de mapa conceitual. O processo envolveu três encontros de 1h e 30min cada, com 38 alunos (idade média de 15 anos), em novembro de 2006. As aulas, com exceção da introdução dos mapas de conceitos como recurso de aprendizagem, foram desenvolvidas conforme sua dinâmica habitual: debate inicial livre, posterior leitura e discussão do livro texto, atividades em grupo e, ao final, uma avaliação escrita. Os dados – mapas de conceitos construídos no início, meio e final do processo; respostas ao questionário com perguntas sobre as percepções dos alunos sobre os mapas – foram analisados à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa de Ausubel. Os resultados evidenciaram que os alunos gostaram de construir os mapas de conceitos e os

perceberam como facilitadores da própria aprendizagem. Entretanto, também demonstraram que a curta experiência, apesar da evidente ampliação do vocabulário mais geral, não foi suficiente para promover a captação e/ou aprendizagem dos significados dos conceitos centrais do tema répteis e, tampouco, uma compreensão apropriada da “lógica” hierárquica e relacional dos mapas de conceitos. À guisa de sugestão, cabe ressaltar o caráter processual da aprendizagem significativa, recomendando-se que a introdução de mapas conceituais na dinâmica do ensino formal seja feita com temas já conhecidos e familiares aos alunos e com o professor indicando, após negociação com a classe, que conceitos deverão integrar os mapas.

Mendonça, Lemos e Moreira (2009) relataram uma experiência realizada em uma classe multisseriada de 27 alunos, com uma população participante de 13 alunos, na faixa etária de 9 a 17 anos, pertencentes às 3ª e 4ª séries, que teve como objetivo investigar em que medida os mapas conceituais contribuem para a aprendizagem significativa de estudantes do nível básico. O tema ensinado foi *Água* e os mapas conceituais, única diferença no cotidiano das aulas, foram utilizados como ferramenta de avaliação da aprendizagem antes, durante e no final do ensino. Os resultados explicitaram um importante aumento do vocabulário dos alunos em relação ao tema, mas com uma diversidade que refletia pouca percepção dos conceitos centrais e sua (inter)relação. O estudo indicou que, na avaliação do ensino para esse nível escolar, a influência positiva dos mapas na aprendizagem dos alunos é diretamente dependente de um ensino que, coerente com a teoria da aprendizagem significativa, priorize as ideias centrais do tema e não a quantidade de informação.

Hunter, Whery e McLemore (2010) desenvolveram e programaram duas unidades de ensino para as crianças de 3 e de 4 anos de idade que vivem em bairros de altas necessidades. Introduziram conteúdos científicos pelo uso de livros de não-ficção. Através de textos informativos, às crianças foram ensinados conceitos básicos de ciência relacionados a “plantas” e “borboletas” em uma unidade de saúde. Outro aspecto do uso de textos informativos foi o de capacitar os professores, muitos dos quais não tinham um diploma universitário, para adquirir conhecimento básico do conteúdo informacional. O mapeamento conceitual foi sido utilizado para ajudar os professores a planejar a instrução e focar na importância do uso de organizadores avançados para facilitar a aquisição das crianças pequenas sobre o conhecimento em ciência. Os mapas conceituais também têm sido usados para permitir as crianças fazerem conexões entre os conceitos que estão sendo ensinados e avaliar a sua compreensão. O resultado foi que o mapa conceitual feito em classe com imagens, palavras e a leitura de textos relacionados com o conteúdo, pode permitir que as crianças de tenra idade "lessem" o mapa e fornecessem informações sobre as conexões feitas durante a unidade de ensino. Através desta aplicação, a utilidade dos mapas conceituais para captar o pensamento das crianças foi evidente. Além disso, os resultados fornecem reflexões tanto sobre a formação de professores para o uso de mapas conceituais sobre como usar os resultados para melhorar a instrução.

Mitchell e Taylor (1991) desenvolveram uma investigação sobre mapas conceituais como técnica de estudo com dois grupos. Um deles foi orientado sobre a utilização dos mapas conceituais enquanto no outro grupo não foi mencionado nada

sobre os mesmos. Um tema de Biologia foi apresentado aos dois grupos e ambos foram orientados para estudá-lo. O grupo instruído para usar os mapas obteve uma pontuação mais alta, com uma diferença estatisticamente significativa, em um pós-teste, em relação ao grupo que estudou sem orientação.

Vallés (1994), Jiménez, Alonzo e Machado (1996) destacam que a idade ideal para aprender a elaborar mapas conceituais seria a partir dos dez anos, enquanto Isern (1999) desenvolveu experiências com mapas conceituais com crianças de quatro anos (educação infantil), levando-os a concluir que a elaboração de mapas conceituais favorece a interpretação, a integração, a memória compreensiva e a comunicação dos conceitos adquiridos.

Stice e Alvaréz (1986) introduziram na escola elementar do Ensino Fundamental mapas conceituais visuais. Participaram desse projeto nove professores do Tennessee. Os professores ensinaram a terminologia do mapa conceitual aos alunos de jardim de infância até 4ª série e, em seguida, iniciaram uma série de atividades com diferentes conceitos como “estações do ano”, “animais”, “plantas”, “ar”, “água” e outros. Os professores ficaram estimulados com os resultados. É importante destacar que os docentes sentiram que os mapas conceituais podem melhor prepará-los para organizar e apresentar o tema a ser ensinado. Da mesma forma, as crianças, em sua maioria, sentiram-se bem consigo mesmas ao usar os mapas conceituais para organizar suas ideias/pensamentos, revelando, assim, que elas perceberam e relacionaram suas ideias, sendo capazes de perceber como a informação estava relacionada com seus conhecimentos prévios, possibilitando a aprendizagem significativa. Concluíram, também, que os mapas conceituais ajudaram a prepará-los para aprender melhor sobre um tema, demonstrando vários níveis de habilidades e consciência.

Cabani (1999) relata a experiência de três professoras que trabalharam com mapas conceituais com crianças (educação infantil) e tiveram seus objetivos comprovados como sendo possível e recomendável utilizar os mapas com elas, sendo viável incorporá-los em suas práticas cotidianas, valorizando em cada caso sua pertinência e funcionalidade. Ontoria (1999) fez uma experiência em uma escola de iniciação com mapas conceituais na educação primária em uma classe de 3ª série, com o apoio da professora titular. Ela o apresentou a turma e fizeram um plano que incluiu várias sessões para começar a falar de mapas conceituais como uma maneira de aprender melhor e mais divertido. As crianças demonstraram satisfação porque era uma novidade e também porque eles estavam liberados das tarefas da professora titular. Após explicar os elementos técnicos e básicos com exemplos para se construir um mapa conceitual foi colocado no quadro-de-giz as palavras “cérebro”, “nariz”, “ouvido”, “olho” e “boca”. Elas fizeram um mapa cujo conceito principal foi “cabeça” e em seguida acrescentaram os demais conceitos subordinados ao principal. Em outras sessões construíram mapas sobre o “corpo humano” e, na semana seguinte sobre “as plantas”. Passado um mês, houve uma sessão para saber a opinião dos alunos sobre o uso dos mapas conceituais e eles manifestaram que lhes havia servido para estudar melhor, que aprendiam mais rapidamente os conteúdos e que era mais divertido. A professora que não estava convencida da eficácia dos mapas conceituais foi, pouco a pouco, descobrindo seu valor como técnica para aprender.

Seguindo a mesma linha, Gallenstein (2005) diz que os mapas conceituais são pensados, por alguns, como ferramenta para professores do ensino secundário e alunos do ensino fundamental que tenham uma boa leitura e escrita. Muitos deles não pensam como algo que é apropriado para alunos de primeira infância. Para o autor o mapeamento conceitual pode ser adaptado para alunos do pré-escolar ao primário, proporcionando a estas crianças jovens muitos benefícios. Por exemplo, oportunidade de ver conexões lógicas entre o novo material e seus conhecimentos anteriores, promovendo a habilidade de pensamento crítico através do uso da observação, comparação, classificação, resolução de problemas e tomada de decisão, além de proporcionar ao professor importantes informações na avaliação do progresso das aprendizagens por parte destes alunos. Ele utilizou o mapeamento fazendo uso de objetos de manipulação e imagens apropriadas para o nível de desenvolvimento destas crianças de primeira infância em ciências, trabalhando os “cinco sentidos” e a “nutrição” em seu curso e concluiu que os mapas foram tão bem sucedidos no curso quanto o seriam na sala de aula.

Ontoria Peña e Molina Rubio (1999) assumindo que o alunado da educação primária pertence a uma nova era, a da tecnologia, que dispõe de abundantes informações sobre um determinado tema, defenderam o mapa conceitual idealizado por Novak como um dos instrumentos sintetizadores com potencial para contribuir para a sintonia da escola com a futura sociedade desse alunado. Com essa abordagem Pearson e Somekh (2003) realizaram um trabalho com mapeamento de conceitos para estudar as representações de alunos de 10 anos de idade em “Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC)”. A tarefa era desenhar um mapa conceitual sobre “computadores no mundo de hoje” que foi executada em seis países da União Europeia, duas vezes. Na Inglaterra ocorreu imediatamente antes e depois da introdução de computadores em rede em suas escolas. Os alunos foram convidados a usar os seus mapas para comunicar as suas ideias através desenho com os investigadores e com crianças que não falavam a mesma língua que eles. Os mapas foram analisados quantitativa e qualitativamente, usando métodos fenomenográficos combinados com a interpretação semiótica. O resultado desta pesquisa foi que as crianças tinham bem desenvolvidos as representações mentais do papel das TIC no mundo de hoje, mesmo com pouca ou nenhuma experiência prática do uso da internet. Foi demonstrado pelas crianças que elas possuem uma grande extensão e variedade de conhecimento sobre computadores. Com essa demonstração foi sugerido que eles seriam muito bem preparados para desenvolver competências em TIC uma vez que tinham um bom acesso as ferramentas da TIC.

Nessa linha Arroyo (2004) desenvolveu um trabalho sobre reflexões metodológicas com o uso de mapas conceituais em laboratórios. Foi o *Programa Nacional de Informática Educativa* MEP-FOD (Pré-escolar, I Ciclo e II Ciclo), com crianças em idade pré-escolar e de segundo ciclo, como uma forma de responder a algumas indagações sobre como utilizar a técnica dos mapas conceituais com crianças que ainda não sabem ler nem escrever. Ao construírem seus mapas nesse ambiente de aprendizagem informatizado, Arroyo concluiu que as crianças aprendem a representar esquematicamente os conceitos relacionados com o tema que está sendo estudado

graças a ação que fazem na estruturação hierárquica dos conceitos; expressando com maior clareza os conceitos e as ligações de forma independente; hierarquizam os conceitos dos mais gerais para os mais específicos; realizam relações entre os conceitos; e retomam seus mapas para reformular e localizar os conceitos ou utilizar as ligações mais concretas e definidas.

O trabalho feito por Vega (2006) desenvolveu uma experiência piloto com o objetivo principal de apoiar os 74 tutores de Informática Educativa de três províncias de Alajuela, na introdução de mapas conceituais no ensino primário (Pré-escolar, I e II ciclos) apoiados pela tecnologia. Foram apresentadas quatro estratégias metodológicas apoiadas em material concreto, semiconcreto e em recursos tecnológicos. Através dessa experiência, pretendeu-se avaliar os participantes em nível do que foi vivenciado; a valorização das propostas metodológicas; a importância dos mapas conceituais dentro da proposta pedagógica do Programa Nacional de Informática Educativa (Pré-escolar I e II); a socialização de conhecimentos novos sobre a construção de mapas conceituais e a pertinência dos materiais proporcionados.

Novak e Musonda (1991) fizeram um estudo longitudinal de doze anos sobre a aprendizagem de conceitos científicos. Foram dadas aulas audiotutoriais a 191 crianças da primeira e segunda séries (instruídas) e entrevistas foram conduzidas periodicamente para avaliar as mudanças na compreensão de conceitos científicos da primeira série do Ensino Fundamental ao terceiro ano do Ensino Médio. Uma amostra similar (n=48) que não teve aulas audiotutoriais, na primeira e segunda série (não instruídas), também foi entrevistada periodicamente nas mesmas séries do anterior. Os estudantes instruídos mostraram entendimentos de conceitos substancialmente mais válidos e menos conceitos inválidos (concepções erradas) do que os estudantes não instruídos na segunda e sétima séries e no primeiro e segundo anos. Os mapas conceituais preparados a partir das transcrições das entrevistas mostraram uma grande variação no conhecimento de ambos os grupos e os mapas conceituais pontuados, usando um algoritmo de pontuação, também mostraram diferenças significativas favorecendo os estudantes instruídos. Os dados mostram o impacto duradouro da instrução anterior em ciência e o valor dos mapas conceituais como uma ferramenta representativa para as mudanças de desenvolvimento cognitivo.

A aplicação do uso do mapa conceitual como recurso didático esteve, presente nos trabalhos de Escaño e Gil de la Serna (1993) que escreveram um artigo sobre o mapa conceitual apresentando suas possibilidades de aplicação em aula, como recurso didático, e descreveram suas características para favorecer no aluno a aprendizagem significativa e autônoma. Nas aplicações realizadas com o mapeamento conceitual mostraram como exemplo, um mapa com desenhos sobre o tema “índios”, elaborado por crianças do último ciclo da Educação Infantil e outro com os temas “castelos”, “bruxas” e “fantasmas”. Concluíram que o mapa conceitual é um recurso didático de grande utilidade na aula, por isso é importante definir o mapa conceitual relacionando-o com a teoria da aprendizagem significativa, como recurso didático para instrumentalizar a organização dos conteúdos e mobilizar a atividade construtiva do aluno.

Mendonça, Silveira e Moreira (2011) realizaram uma investigação com alunos da 7ª série do Ensino Fundamental, com o objetivo de compreender de que modo o uso

do mapa conceitual como recurso didático favorece a aprendizagem significativa. Parte-se do fato de que os alunos nesse nível de escolaridade apresentam dificuldades de aprendizagem sobre conceitos do tema ‘Sistema Respiratório’ e considera-se o mapa conceitual um reconhecido instrumento favorecedor da aprendizagem de conceitos. Em razão disso, durante a intervenção pedagógica, buscou-se evidenciar a evolução conceitual dos alunos, por intermédio da elaboração de mapas conceituais antes, durante e depois do desenvolvimento do tema. A intervenção ocorreu durante 26 aulas, em uma escola pública do município de Garanhuns - Pernambuco, Nordeste do Brasil. Os mapas conceituais elaborados pelos alunos passaram por uma análise qualitativa que evidenciou, na maioria dos casos observados, uma evolução conceitual sobre o tema. Concluiu-se que o mapa conceitual revela um poder de ação funcional competente.

Iraizoz e González (2003) apresentam um trabalho inovador em seu livro, que implica uma ferramenta didática muito útil para melhorar a leitura compreensiva e, portanto, a assimilação significativa do que foi lido. Essa ferramenta é o mapa conceitual que para eles cumpre bem a função de ensinar os alunos a lerem mais e melhor, aprendendo de forma pessoal e significativa. Esse livro possui uma série de mapas conceituais elaborados por alunos da educação básica e futuros professores universitários com análise e discussão dos autores.

Trebol e Zangozako (2004) explicam o uso e a aplicação de mapas conceituais em um pequeno centro de ensino em Navarra, na educação infantil e na educação fundamental I e II. Não só demonstraram a sua aplicação didática no ensino, como também a introdução e utilização dessa ferramenta na rotina e na dinâmica dos grupos de trabalho de toda comunidade educativa. Concluíram que o mapa conceitual usado como **recurso** didático será um elemento habitual na vida diária do alunado que facilitará o desenvolvimento de processos cognitivos básicos.

Brenes, Coto, Hurtado, Rivera, Rodríguez e Vásquez (2006) apresentaram mapas conceituais como estratégia didática para a construção e organização do pensamento individual e colaborativo com crianças em idade pré-escolar. A população infantil foi formada por um grupo de meninos e meninas com idade entre 4 anos e 6 meses aos 5 anos e 6 meses (Interativo II) e outro grupo com idades entre 5 anos e 6 meses e 6 anos e 6 meses (Transição). Essa investigação evidenciou um processo de construção de pensamento individual e colaborativo por parte dos meninos e das meninas. A experiência permitiu a construção dos mapas conceituais sobre temas propostos e selecionados pelos meninos e meninas, os quais refletiram a funcionalidade do mapa conceitual como estratégia didática, geradora de aprendizagem significativa e o papel do investigador como agente mediador no processo de construção e organização do conhecimento dos meninos e das meninas.

Araman e Batista (2008) investigaram a elaboração de mapas conceituais sobre o fenômeno do arco-íris com quatro turmas de 4ª série das séries iniciais, antes e depois do desenvolvimento de uma sequência de atividades. Analisaram se esse instrumento didático fornece dados importantes e se é adequado para a avaliação da aprendizagem em crianças dessa faixa etária e concluíram que os resultados apresentados foram relevantes e que se as atividades resultantes desta pesquisa fossem utilizadas por

professores desse nível de ensino, os alunos atingiriam patamares mais elevados de conhecimento científico no decorrer de suas vidas acadêmicas.

González e Iraizoz (2001) realizaram com alunos do 3º ano primário uma aplicação de mapas conceituais como elementos instrucionais e de avaliação para o tema “a água da natureza”. Mostraram evidências positivas de que os mapas conceituais são ferramentas eficazes para facilitar a aprendizagem significativa dos alunos, visto que todos estiveram motivados a descobrir os conceitos fundamentais do tema que foi trabalhado assim como a forma de organizá-los, ordená-los e fazer as ligações.

López-Goñi e Zufiaure (2004) descreveram um projeto de inovação, a fim de acompanhar o ensino e a aprendizagem de mapas conceituais com alunos de primeiro ciclo da escola primária, tendo como pretensão sua generalização às áreas do currículo e a sua integração como uma atividade escolar. A avaliação desse trabalho foi a seguinte: a elaboração consensual do mapa conceitual na sala de aula reforça a motivação e a participação ativa do alunado em geral. Trata-se de uma técnica altamente criativa e, portanto, com aplicabilidade em distintos campos. Ao iniciar o ensino de um novo tema, é necessário examinar os conhecimentos prévios que os alunos possuem sobre o tema proposto. O fato de que não existe um mapa conceitual definitivo faz com que os alunos expressem suas aprendizagens sem as limitações que se impõem ao saber que vão cometer erros. O poder organizativo que os alunos têm a respeito do conhecimento é uma das funções mais importantes dos mapas conceituais. Além de ajudar em geral o alunado, pode ser uma maneira especial para aqueles que têm dificuldades de aprendizagem, uma vez que esse tipo de aluno requer a utilização de estratégias distintas para melhor compreensão de certos conteúdos.

Mérida (2002) apresenta uma intervenção didática sobre a aplicação dos mapas conceituais na educação infantil. Este artigo foi baseado na tese vygotskiana sobre a formação de conceitos que por sua vez retomam Ausubel *et al.* (1980), tentando aplicá-la na sala de aula a partir da evolução do trabalho de campo. Partindo de uma perspectiva etnográfica, vão construindo uma nova modalidade de mapas adaptada às exigências do alunado deste nível realizando reajustes permanentes entre ideias teóricas e dados empíricos. A partir do trabalho em aula, onde a autora era investigadora e a professora, criou-se uma nova modalidade de mapas, os mapas preconceituais, que apresentam as seguintes modificações: preconceitos representados mediante símbolos; palavras de ligação expressadas oralmente; níveis de hierarquia codificados por cores e números. Em seguida foram discutidos os benefícios sócio-cognitivos em termos de capacidades que se consegue ao trabalhar com esta nova estratégia de aprendizagem.

Roth (1992/1993) apresentou um artigo teórico sobre o mapa conceitual na aprendizagem significativa nas séries iniciais e afirma que nos últimos sete anos vem usando intensivamente e pesquisando o mapa conceitual em aulas de Ciências. Ele avaliou a utilidade dos mapas em três aspectos. Quando aplicados em grupos, ajudaram a envolver as crianças em um discurso através do qual faz sentido as suas próprias experiências. Quando aplicado aos pares, as crianças externaram seus próprios significados. Os mapas conceituais permitiram que as crianças integrassem as várias experiências em sala de aula do Ensino Fundamental para uma compreensão integrada e

holística da ciência. Observou-se, com isso, uma atitude extremamente positiva, onde as crianças expressaram a ciência se divertindo, gostaram dos mapas conceituais porque eles podiam trabalhar juntos ou em grupos, o que favorece um ambiente de aprendizagem significativa.

Serrano (2003) forneceu uma revisão teórica e apresentou o resultado de diversas investigações em três perspectivas teóricas: a teoria piagetiana, a teoria vygotskiana e a perspectiva sociolinguística, cujo eixo de investigação girou em torno da análise do discurso. A partir dessas contribuições, analisaram-se os dados coletados na construção consensual de mapas pré-conceituais em uma investigação com o alunado da educação infantil em torno de cinco anos.

Jiménez (2006) informou, em seu artigo que a experiência realizada foi nos níveis de educação infantil, e nas series iniciais, usando mapas conceituais. Os resultados obtidos demonstraram que trabalho com mapas conceituais se converte em uma ferramenta de trabalho a qual permite por um lado (do professor) explorar os conhecimentos prévios dos alunos e ir construindo com eles os conhecimentos do referido tema e por outro (dos alunos) a organizar, refletir, interrelacionar e fixar esses conhecimentos.

Birbili (2006) descreveu, através de uma revisão de literatura, vários trabalhos que utilizam mapas conceituais na educação infantil. Segundo essa autora os mapas conceituais são ferramentas úteis de instrução na educação pré-escolar. Podem ser usados para ajudar as crianças a identificarem conceitos e relações entre eles, e externar suas ideias. Também ajudam os professores a avaliar o conhecimento e a compreensão conceitual das crianças, identificando equívocos e facilitando a aprendizagem através da construção de novos conhecimentos sobre os antigos. Na educação pré-escolar, o ensino direto e a criação de mapas conceituais são necessários para que as crianças vejam seus efeitos e, eventualmente, criem seus próprios mapas conceituais. Uma vez familiarizadas com a ideia e o processo, as crianças podem construir seus mapas individual e colaborativamente. Para ela existem vários métodos de ensino visuais como as cadeias de evento, os diagramas de Venn, as linhas de tempo, os diagramas de ciclo e o método de correias que é o mais usado para a educação na primeira infância. Conforme relata a autora estes métodos são bem adaptados às necessidades de aprendizagem das crianças na fase pré-escolar.

Mendonça e Moreira (2010) apresentam dados preliminares de uma revisão da literatura especificamente sobre os estudos dos mapas nos ciclos que formam a educação básica no Brasil e artigos sobre a mesma temática em alguns países do mundo, cujo foco central está em verificar o uso que se tem feito dos mapas conceituais e como eles estão integrando a prática educativa neste nível de ensino para a área específica de Ciências da Natureza. Pode-se dizer nestes resultados preliminares sobre os trabalhos analisados e classificados exclusivamente para esta área das Ciências Naturais que eles estão em fase de crescimento em alguns países do mundo com quarenta e oito publicações encontradas, porém, no Brasil foram encontrados apenas seis artigos nas fontes pesquisadas. Verificou-se que há regiões em que as pesquisas estão iniciando e em outras nem existem.

Utilizados como ferramenta educacional os mapas conceituais foram aplicados por Oliveira e Rodrigues (2003) oferecendo aos educadores do primeiro segmento do Ensino Fundamental um curso sobre o estudo dos mapas conceituais como ferramenta educacional na construção lógica do conhecimento para serem trabalhados com crianças de primeira à quarta séries. Esse curso constou de uma parte teórica que discutiu sobre as teorias educacionais que fundamentam o estudo dos mapas conceituais, sua importância e aplicabilidade, e a parte prática no laboratório de informática, utilizando *softwares* adequados para o trabalho com o primeiro segmento do Ensino Fundamental. Concluiu-se que os mapas têm múltiplas aplicações. Do ponto de vista pedagógico e numa perspectiva construtivista, o conhecimento do ponto de partida conceitual facilitará o processo de aprendizagem, constituindo um excelente recurso para explorar e valorizar o que os alunos já sabem sobre determinado assunto.

Staver e Bay (1989), analisando a estrutura conceitual de textos elementares em ciências para alunos do nível primário (K-3), examinaram onze textos de Ciências sobre e as unidades “ar”, “tempo” e “clima”. Os resultados indicam que dentro do mesmo nível e para segmentos do texto sobre um mesmo tópico a estrutura conceitual do material varia consideravelmente de livro para livro. Embora com estruturas conceituais bem definidas, o nível de raciocínio exigido para compreensão do tema vai além do que é tipicamente exibido por uma criança do nível primário. Para os autores, é importante entender melhor a interação entre o nível de raciocínio exigido no texto, o conhecimento prévio da criança e o nível de pensamento em que está. E os mapas conceituais podem contribuir para essa mudança nas estratégias instrucionais. Enquanto Gomez (2006) realizou um teste piloto criando um *kit* para trabalhar mapa conceitual em sala de aula com alunos do jardim de infância, de 4 a 5 anos, e alunos das séries iniciais, de 5 a 6 anos. É uma ferramenta de representação de conhecimento que responde às necessidades dos professores e das crianças em sala de aula. Um resultado inesperado do piloto foi que três das nove crianças enquanto interagem com o “equipamento” gastaram mais do que uma hora na atividade que incluiu leitura de quadro, discussão e representação de conhecimento. Esse resultado pode ter implicações para o sucesso a longo prazo do “equipamento” como uma ferramenta educacional. Os resultados do estudo mostraram que as crianças foram capazes de realizar representações simbólicas, rótulos verbais para divulgação de significados conceituais e proposicionais; manipularam conceitos para mostrar a direção da leitura, e apresentaram um comportamento autônomo. Devido à filosofia de funcionamento da escola, não foi possível testar a habilidade das crianças com mapa conceitual, tal como definido na literatura por Novak.

Os mapas foram usados também para promover explicitamente a aprendizagem significativa conforme publicam Mancinelli, Gentili, Priori e Valitutti (2004) que usaram mapas conceituais em 21 escolas com a participação de 6.000 crianças italianas, entre 4 – 5 anos, em jardim de infância, com o objetivo de melhorar a compreensão mental das crianças e para promover a aprendizagem significativa. As crianças elaboraram cerca de 180 mapas de conceitos com desenhos, em seus cadernos, relativo a experiências de manipulação com a abóbora, ninho, papel marché, cimento, água, laranja e areia. Concluíram que os mapas de conceitos provaram ser úteis porque

estimulam e facilitam a reflexão das crianças além de favorecer o desenvolvimento verbal e a socialização.

Berionni e Baldoni (2004) realizaram uma experiência em uma escola italiana primária com crianças de seis a onze anos sobre o uso de mapas conceituais em relação a um projeto científico intitulado "As palavras da ciência". O objetivo foi levar as crianças para uma construção significativa de seus conhecimentos e ajudá-las a melhorar as habilidades como a curiosidade, criatividade, crítica análise, síntese e transferência. Foi empregada a metodologia laboratorial em situações de resolução de problemas e os mapas conceituais levaram as crianças a uma construção significativa de seus conhecimentos, ajudando-as a melhorar as habilidades. Os mapas conceituais se mostraram altamente eficazes na promoção e organização de aprendizagem das crianças, levando-as a "aprender a aprender".

Venditti e Sabba (2006) trazem uma experiência onde ensinaram mapas conceituais a 22 crianças em circunstâncias muito difíceis em uma escola primária situada em um subúrbio de uma cidade pobre no sul da Itália. Estes alunos foram classificados pelo professor em três grupos: de inteligência cognitiva; competências sociais boas e um alto nível de atenção. O resultado foi que se observaram melhorias significativas nos três grupos. Todos os alunos puderam ler e escrever proposições simples, resolver problemas matemáticos e compreender problemas científicos. Concluíram que a utilização simultânea de diferentes estratégias de ensino e a individualização do ensino permitem apontar um sentido em direção à aprendizagem compartilhada para todas as crianças. As crianças tiveram uma aprendizagem significativa baseada em problemas reais nos grupos onde a distribuição de tarefas permitiu envolver cada tipo de inteligência.

No Brasil, na região Nordeste, Mendonça, Silva e Palmero (2007) apresentaram o relato de uma experiência desenvolvida em uma escola pública municipal no interior de Pernambuco. Os mapas conceituais sobre tópicos de Ciências foram introduzidos em uma classe multisseriada para alunos da terceira e quarta séries, em um contexto complexo, com o objetivo de conduzir esses alunos a construir seus próprios conhecimentos, aproximando-os, assim, de uma aprendizagem significativa. O resultado dessa experiência foi satisfatório, observando-se mudanças significativas na classe durante o período letivo. Os alunos que se propuseram a trabalhar com os mapas foram mais assíduos, participativos, estimulados e evoluíram durante o trabalho. Ainda assim, sendo a construção do conhecimento contínua e progressiva, é importante que os alunos deem seguimento às novas informações continuamente, para que possam vencer as dificuldades relacionadas a essa prática, sobretudo tendo em mente o contexto sociocultural em que se desenvolveu a pesquisa.

Ainda no Brasil, na região Norte do país, Cardozo e Oiagen (2007) realizaram com professores e alunos das séries iniciais do ensino fundamental, em escolas municipais de Boa Vista – RR, o uso de mapas conceituais como uma das ferramentas facilitadoras da aprendizagem significativa na construção de conceitos no ensino de Ciências. Concluíram que os mapas conceituais no Ensino de Ciências foi uma das novidades desenvolvidas durante a pesquisa de campo que facilitou e propiciou o alcance dos fundamentos da aprendizagem significativa, na medida em que promoveu a

reflexão dos processos envolvidos na atividade cognitiva e desenvolveu processos interdisciplinares, transversais e inter-relacionais com os conteúdos e disciplinas envolvidas.

Lemos, Moreira e Mendonça (2008) descrevem e analisam uma atividade educativa que pretendeu ensinar, à alunos da sexta série do ensino fundamental (15 anos, em média), o tema répteis com auxílio de mapa conceitual. O processo envolveu três encontros, de 1h:30min cada, com 38 alunos da turma B, em novembro de 2006. As aulas, com exceção da introdução dos mapas de conceitos como recurso de aprendizagem, foram desenvolvidas conforme sua dinâmica habitual: debate inicial livre, posterior leitura e discussão do livro-texto, atividades em grupo e, ao final, uma avaliação escrita. Os dados – mapas de conceitos construídos no início, meio e final do processo, respostas ao questionário com perguntas sobre as percepções dos alunos sobre os mapas – foram analisados à luz da Teoria de Aprendizagem Significativa Ausubel *et al.* (1980). Os resultados evidenciam que os alunos gostaram de construir os mapas de conceitos e os perceberam como facilitadores da própria aprendizagem. Entretanto, também evidenciam que a experiência, curta, apesar da evidente ampliação do vocabulário mais geral, não foi suficiente para promover a captação e/ou aprendizagem dos significados dos conceitos centrais do tema répteis e, tampouco, uma compreensão apropriada da “lógica” hierárquica e relacional dos mapas de conceitos. À guisa de sugestões, ressaltando o caráter processual da aprendizagem significativa, recomenda-se maior atenção ao processo da aprendizagem sobre mapas de conceitos e que a sua introdução na dinâmica do ensino formal seja feita com temas já conhecidos e familiares aos alunos e com o professor indicando, após negociação com os alunos, que conceitos deverão integrar os mapas.

Mendonça e Moreira (2010) destacam que os mapas conceituais são recursos de grande relevância para o processo educativo, especialmente o da aprendizagem significativa de conceitos científicos, baseados neste fato esta pesquisa foi realizada com o objetivo de verificar se o uso dos mapas conceituais no ensino dos conceitos sobre o tema Mamíferos foi uma estratégia de avaliação eficaz no sentido de obter evidências de aprendizagem significativa, com dezesseis alunos da sexta série do Ensino Fundamental. Os mapas conceituais foram elaborados em três momentos distintos, antes, durante e após o desenvolvimento do conteúdo sobre os Mamíferos. A análise qualitativa dos resultados obtidos nos permite dizer que o mapa conceitual foi um importante instrumento através do qual se verificou uma significativa evolução em termos estruturais, hierárquicos e conceituais nos levando a confirmar que foi possível para os alunos aprenderem com o uso deste recurso. Em relação à avaliação qualitativa conclui-se que foi possível evidenciar nos mapas apresentados pelas duplas alguns indícios que possam revelar a aprendizagem significativa ou que apontem durante o estudo que eles conseguiram construir significados da matéria de ensino.

Mendonça, Silveira (2011) apresentaram o resultado da análise parcial de uma investigação realizada junto ao grupo de alunos da 7ª série que frequentam o ensino fundamental de uma escola pública no estado de Pernambuco- Brasil. O objetivo foi compreender como os Mapas Conceituais contribuem para o processo de aquisição de conhecimento em Ciências Naturais, atuando como recurso facilitador da aprendizagem

significativa, à luz da Teoria de David Ausubel. Os mapas conceituais foram construídos durante o processo de intervenção pedagógica. Nesse contexto, os resultados apresentados correspondem às análises dos mapas conceituais construídos e do diagnóstico sobre o conhecimento prévio do grupo, referente ao tema Excreção Humana, cujas respostas foram categorizadas para servir de subsídios à intervenção. O tema proposto está inserido no eixo de conteúdos “Ser Humano e Saúde”. Verifica-se que os significados atribuídos ao tema precisam ser estruturados cognitivamente visando à aprendizagem significativa, visto que, a maioria das respostas dos alunos se enquadrou na categoria funcional, ou seja, “os termos memorizados são definidos corretamente, sem que os estudantes compreendam o seu significado”. Acredita-se que o mapa conceitual pode contribuir para a atribuição e estruturação significativa dos conceitos sobre o tema, conforme foi demonstrado por meio da análise qualitativa dos mapas elaborados pelos alunos investigados.

Lacueva, Imbernonf, e Llobera (2004) descreveram e interpretaram uma experiência didática centrada no tema “peixes”, usando mapa conceitual coletivo, leitura grupal, texto informativo, vídeo sobre os peixes, visita a um aquário, pré-teste, pós-teste. Esse trabalho foi desenvolvido com 17 alunos, com idade de 6 a 7 anos, do primeiro grau da escola primária dentro de uma escola inovadora. Os resultados destacados foram que as sessões em classe, além de tranquilas e produtivas, fizeram com que a maioria dos estudantes se mantivesse ocupada em seu trabalho por boa parte do tempo. A realização do mapa de conceitos coletivo foi uma novidade para as crianças que apresentaram interesse e participação.

Vanides, Yin, Tomita e Ruiz-Primo (2005) usaram mapas conceituais nas aulas de Ciências com cento e cinquenta alunos do Ensino Fundamental. Constataram que os alunos captaram os significados de conceitos científicos e compartilharam algumas dicas práticas para usar os mapas conceituais como forma de monitorar o entendimento dos alunos.

Figueiredo, Lopes, Firmino e Sousa (2004) fizeram uma experiência com alunos da pré-escola, na faixa etária de três anos. Eles usaram a leitura de imagens e representações gráficas para que as crianças elaborassem seus mapas conceituais e representassem as ideias que elas tinham sobre a vaca, pois elas ainda não sabiam ler. O planejamento e o processo de ensino são descritos com especial enfoque nas tarefas de avaliação. Apesar do tempo limitado para trabalhar, o conceito de mapeamento teve um impacto nesses resultados. Na elaboração do mapa as palavras foram substituídas por imagens e os conceitos por fotos. A partir da análise dos mapas individuais construídos pelas crianças os resultados obtidos revelam que as crianças foram capazes de organizar as ideias hierarquicamente.

Cassata e French (2006) trabalharam mapas conceituais para explorar as formas, melhorar a experiência e para facilitar o controle metacognitivo em pré-escolares. Esse estudo utilizou a análise de discurso de fitas transcritas para explorar as interações adulto-criança em três pequenos grupos, cada grupo envolvido na construção de um mapa conceitual sobre o tema “abóbora”. Os autores sugerem que na idade pré-escolar as crianças são capazes de envolver em processos metacognitivos. O modo de como a atividade é desenvolvida e estruturada vai depender de como o adulto supervisiona a

atividade, destacando a importância do contexto social na promoção da utilização eficaz de "ferramentas metacognitivas". Esse estudo amplia os modos de compreensão pelos quais os processos são envolvidos na construção e no acompanhamento de um mapa conceitual. Analisa em que medida o engajamento em uma atividade de mapa conceitual facilita o controle metacognitivo destaca as formas que as atividades socialmente compartilhadas são transferidas para os processos internos do aluno.

Beirute, Brenes, Cortés, García e Meza (2006) fizeram um estudo sobre mapas conceituais com crianças de três a seis anos, idade pré-escolar, com os seguintes temas "os animais", os "três ursos" e "as imagens", onde elas realizaram agrupamentos elegeo critérios de classificação nas quais as proposições apresentadas não requeriam ligações que definem o tipo de relação. Evidenciaram-se etapas de gênese do pensamento segundo Piaget, marco orientador do trabalho, na etapa intuitiva ou pré-conceitual no momento da construção dos mapas. Na metodologia, destacou-se o docente como facilitador do processo de construção cognitiva e evidenciou-se a importância da aprendizagem colaborativa. Os resultados mostraram a presença das etapas de desenvolvimento da estrutura cognitiva na elaboração dos mapas conceituais com crianças em idade pré-escolar.

Ling e Boo (2007) conduziram um estudo com alunos da 4ª série, com o objetivo de analisar de forma sistemática a eficácia dos mapas conceituais como ferramenta de revisão e reforço da aprendizagem de conceitos em uma classe de alunos superdotados selecionados aleatoriamente. Foram selecionados e divididos em dois grupos: experimental e grupo controle. Ambos os grupos fizeram pré e pós-teste. O grupo experimental fez mapa conceitual e o grupo controle fez resumo do mesmo tópico que o grupo experimental. Os alunos do grupo experimental obtiveram melhores resultados do que os alunos do grupo controle. O pós-teste mostrou uma tendência de melhores resultados no grupo experimental. Os incrementos nas médias entre pré e pós-testes do grupo experimental, embora pequenas, no entanto, foram significativas. O mapeamento conceitual mostrou-se ser uma valiosa ferramenta de revisão em ciências para os alunos da Escola Primária. Os mapas conceituais apresentaram-se promissores em melhorar a qualidade do ensino de ciências.

Silva e Geller (2007) estudaram acerca do uso de mapas conceituais com 18 crianças, idade entre 4 e 5 anos, sendo 4 meninas e 14 meninos, não alfabetizadas, como instrumento organizador da aprendizagem na área de ciências, envolvendo as professoras e os alunos do Jardim A, da escola Francesa Zacaro Faraco-Creche, da UFRGS, na cidade de Porto Alegre, RS- Brasil. A questão-foco foi saber se "Mapas conceituais podem ser utilizados de forma ilustrada, somente com figuras, como boa ferramenta para a aprendizagem significativa no ensino de ciências com crianças não alfabetizadas?" O resultado desse estudo para os autores não ficou claro se os alunos estavam mesmo formando proposições de forma hierárquica e ligações cruzadas.

Wehry, Alginaz, Hunter e Monroe-Ossi (2008) apresentaram em sua pesquisa os resultados de um inquérito sobre a utilidade dos mapas conceituais para avaliar a estrutura do conhecimento dos pré-escolares sobre as plantas. Como parte da avaliação os pesquisadores entrevistaram as crianças, cujas respostas foram transcritas e utilizadas para elaborar os mapas conceituais. Esse estudo indicou que foi possível quantificar a

estrutura dos mapas conceituais das crianças pré-escolares construídas a partir das entrevistas.

Lecea (2008) usou o mapeamento conceitual para ajudar a crianças de 3 anos a adaptar-se ao ambiente. Esse trabalho apresentou uma tentativa de proporcionar às crianças uma visão ampla das relações e dos conceitos do mundo que as cercam, usando mapas conceituais como uma ferramenta de aprendizagem independente. Os resultados de usar mapa de conceitos com a classe sugeriram que é uma ferramenta efetiva dando uma visão larga do mundo e das relações inclusive entre conceitos. Ajudaram as crianças a ver padrões, fazer conexões e externalizar suas ideias de um modo colaborativo. Esse projeto de pesquisa mostrou evidências das habilidades das crianças para entender os conceitos de inclusão, e hierarquia e a habilidade para fazer proposições. Os mapas conceituais mostraram ser uma ferramenta instrutiva e útil em educação pré-escolar e ser também um valioso instrumento de avaliação. Enquanto as crianças estavam organizando o mapa, elas mostravam a compreensão dos conceitos que estavam sendo ensinados ao longo do ano escolar.

Hunter, Monroe-Ossi e Fountain (2008) apresentaram uma experiência de aprendizagem realizada em um jardim de borboletas voltado para o aumento do conhecimento das crianças de 3 a 4 anos de idade sobre o papel que as plantas exercem no meio ambiente e o efeito da luz solar no crescimento das plantas. Analisaram a utilidade dos mapas conceituais como ferramenta para acompanhar o desenvolvimento da aprendizagem das crianças nessa faixa de idade. O reforço do vocabulário e o desenvolvimento conceitual foram validados através das respostas das crianças por via oral para as questões de avaliação. O mapa conceitual foi utilizado para documentar as relações hierárquicas descritas pelas crianças antes, durante e depois das experiências de aprendizagem. As crianças foram avaliadas individualmente e suas falas gravadas pelos pesquisadores. Suas respostas foram transcritas e os mapas conceituais construídos com base em suas declarações. Os mapas conceituais revelaram que com crianças de 3 anos de idade 85% delas foram capazes de formar proposições em um segundo e terceiro níveis. Já as crianças de 4 anos, em relação às proposições formadas, 93% delas formaram proposições de terceiro nível.

Vanher, J. (2008) descreveu o uso do V heurístico e mapas conceituais com crianças de modo a melhorar a aprendizagem significativa de um problema específico ambiental relacionado à biodiversidade. Foram colocados dentro de um contexto de compreensão de diferentes padrões de aprendizagem. O processo de aprendizagem desenvolveu-se a partir de um nível metacognitivo para uma experiência de meta-aprendizagem. Os dados coletados nessa pesquisa revelaram que cada aluno responde a processos e informações recebidas de várias maneiras distintas. Concluíram que todos os alunos foram capazes de construir novos conhecimentos, quando apresentados a um programa de aprendizagem adequado a sua forma preferida de aprender e quando são ativamente envolvidos na sua própria aprendizagem.

Ortega, Romera, Serrano e Monks (2009) apresentaram um estudo sobre o contexto inter-relacional das meninas e meninos de 4 anos de idade de duas aulas de Educação Infantil na cidade de Córdoba. Trata-se de uma análise inovadora baseada no uso de mapa conceitual para o registro e a descrição dos sistemas de atividade,

comunicação e agrupamento em pré-escolar. Os resultados mostraram que existem diferenças significativas na estrutura social de participação dependendo do tipo de atividade que esteja sendo desenvolvida e que estas diferenças parecem indicar que a dinâmica social promovida pelos docentes e pelas docentes é mais rígida e simples, respondendo a modelos de ensino tradicionais.

López-Goñi e Aldaz (2006) iniciaram o trabalho com mapas conceituais, em seu centro educativo, já mencionado no trabalho anterior (López-Goñi & Zufiaure, 2004), e desenvolveram uma experiência com crianças dos seis aos oito anos de idade com várias sessões de adaptação. Um dos objetivos alcançados pelos autores foi o de integrar os mapas conceituais dentro das áreas, generalizando, assim, o seu uso como ferramenta de trabalho intelectual para a identificação, por parte do alunado, dos elementos principais do conteúdo de ensino e aprendizagem.

Cesarina (2006) produziu atividades que foram organizadas por um grupo de professores para promover a criação do pensamento científico e adquirir competências progressivas através da observação, manipulação, descoberta e reflexão para estimular e motivar as crianças do jardim de infância de uma escola italiana, usando o aplicativo C-Map Tools. Os mapas conceituais construídos pelas crianças situaram-se em contextos de aprendizagem que são uma verdadeira estrutura metacognitiva a qual estimula a reflexão e a organização de experiências, fazendo emergir significados e conhecimentos de uma forma pessoal. Em conclusão, cada criança quis expressar-se de forma exclusiva no C-Map porque ele é percebido como uma sequência de situações individuais, que expressam a peculiaridade do processo de aprendizagem, e elas não estiveram dispostas a compartilhar suas ideias com outras crianças ou de acompanhar o grupo. Por outro lado, as crianças gostaram de discutir e falar sobre sua experiência, tanto durante a execução como após a conclusão. Dois anos depois Cesarina (2008) realizou uma experiência didática de pesquisa-ação sobre o tema “terra” para destacar os progressos realizados a partir das ideias espontâneas das crianças. A construção de mapas conceituais, como um meio criativo e estimulante, fez com que as crianças pensassem e dessem sentido ao seu conhecimento, negociando os seus resultados com os professores e colegas, a fim de aprender a aprender, juntamente com os outros. As crianças desenvolveram estratégias que estimularam a aprendizagem a partir de uma perspectiva metacognitiva. A manipulação de mapas desempenhou um papel fundamental no desenvolvimento gradual das habilidades metacognitivas, estimulou as crianças a construir seus mapas e a usarem corretamente a linguagem. Através de um jogo exploratório, elas construíram C-Maps, que ajudaram a tornar os seus conhecimentos mais ricos.

3.1.2 Livros publicados sobre mapas conceituais

Ontoria *et al.* (1993) descrevem em seu livro sobre mapa conceituais a fundamentação teórica dessa estratégia, que é o modelo de aprendizagem significativa de Ausubel. Apresentam algumas experiências concretas de trabalho em classe com os mapas conceituais. Tais mapas foram aplicados em todos os níveis educativos, inclusive

na educação infantil, denominado de mapas pré-conceituais. Sua experiência tem demonstrado que o pensamento da criança estrutura-se de maneira mais lógica pelo fato de as crianças serem acostumadas a relacionar nos mapas conceituais os elementos não de forma mecânica, mas atendendo a uma lógica mais precisa. A estruturação do pensamento é outro ganho dos mais notáveis da utilização do mapeamento conceitual.

Novak (1998/2000) apresenta em seu livro a teoria da assimilação da aprendizagem significativa de Ausubel, assim como numerosos exemplos. Para ilustrar esse processo de assimilação por meio dos mapas conceituais, ele examinou a estrutura do conhecimento de Denny, um aluno de seis anos, que desenhou um mapa conceitual para mostrar o que significava para ele as seguintes palavras: água, sólido, líquido, gás, vapor de água, rio, gelo e vapor. O primeiro mapa que Denny construiu teve uma instrução prévia de 30 minutos. Observou-se que o mapa do aluno apresentou significados válidos das palavras citadas com exceção de vapor de água. Todas as palavras da lista já haviam sido vistas em sua classe e o professor disse que Denny não reconheceu a palavra vapor de água ou não sabia o que significava com clareza para incluir essa palavra em seu mapa. No segundo mapa conceitual construído, Denny, mostrou uma forma de incorporar o conceito de vapor de água depois da aprendizagem do significado dessa palavra. E no terceiro mapa conceitual, Denny apresentou a definição de vapor de água aprendida de memória. As proposições dessa definição não se relacionaram com seu marco conceitual prévio nem se integraram nele.

Ontoria Peña, Pastor, Buenadicha, Molina Rubio, Moyas, Ramírez e Tapiz (2005) em seu livro trazem diversas experiências, dentre as quais, trabalhos com mapas conceituais na educação infantil e séries iniciais. Contam que, no ano de 1991-92, trabalharam com 26 alunos do 2º curso da Escola primária, dos quais a metade não sabia ler. Fizeram três experiências. Na experiência I, o tema escolhido foi “A Natureza”. Como resultado, concluíram que metade da classe não fez mapa algum, limitando-se a copiar os desenhos e as palavras, enquanto que a outra metade fez mais ou menos o mapa e observaram que todos os conceitos colocados pelos alunos em seus mapas originaram do conceito “Natureza” e não houve nenhuma classificação ou hierarquização desses conceitos. Na experiência II, o tema foi “O Alimento”, os professores escreveram, em uma cartolina, alimento como conceito central e dele originou-se palavras como animal, vegetal e mineral. Esse mapa, realizado em grupo, segundo a conclusão dos autores apresentou um resultado satisfatório. Na Experiência III, o assunto foi “A ovelha” e os alunos trabalharam com base no livro- texto, lendo e comentando após elaborarem individualmente um mapa conceitual. O resultado foi tão bom, os alunos estavam tão estimulados e contentes que quiseram ir às outras classes da Educação Infantil e Primeira série para explicar seus mapas aos alunos dessas classes.

Moreira (2006a) aborda, em seu livro, a aprendizagem significativa de maneira completa, detalhada e fartamente exemplificada com mapas conceituais em diversos níveis de ensino, analisados e comentados de acordo com os significados originais propostos por Ausubel, diferenciados e enriquecidos por Novak e Gowin. O capítulo sobre mapas conceituais como recurso instrucional e curricular tem por finalidade apresentar a técnica como um instrumento potencialmente útil no ensino, na avaliação da aprendizagem e na análise do conteúdo curricular. Assinala ainda que, apesar dos

mapas apresentados em seu trabalho referirem-se, em geral, ao ensino universitário, o mapeamento conceitual pode ser usado tanto na escola secundária como na primária.

Como já foi dito, esta revisão de literatura procura apresentar o estado da arte sobre mapas conceituais da pré-escola às séries iniciais da escola básica de forma geral, no Brasil e em vários países do mundo. Nota-se a existência de poucas pesquisas sobre o uso de mapas conceituais progressivos no ensino básico e na graduação. Dessa forma, essa pesquisa irá contribuir com uma proposta futura de utilização de mapas conceituais embasada no referencial teórico para que sejam introduzidas desde a educação infantil até a educação básica, no estado de Pernambuco, na região Nordeste do Brasil.

A partir do breve resumo apresentado de cada um dos documentos analisados, infere-se de modo geral que os estudos trazem em comum a compreensão, a melhoria e a atitude conceitual dos alunos frente a essa ferramenta. Observa-se que a elaboração de mapas conceituais favoreceu a interpretação, a integração e a comunicação dos conceitos adquiridos. As crianças, em sua maioria, sentiram-se bem ao usar os mapas, seja para organizar suas ideias, pensamentos, ou para responder a indagações, sempre visando o objetivo maior que é possibilitar a aprendizagem significativa do alunado. Essa estratégia prática foi revelada nas pesquisas como sendo possível de ser incorporada nas práticas cotidianas, valorizando em cada caso sua pertinência e funcionalidade. Espera-se com este trabalho ampliar não só a divulgação dos estudos sobre mapas conceituais como também incentivar o desenvolvimento de novas investigações voltadas para essa área, oferecendo uma maior contribuição para os docentes de Ciências Naturais. Almeja-se que os resultados apresentados nesta pesquisa possam servir de base para estudos futuros envolvendo as séries iniciais do Ensino Fundamental I nas diversas regiões do Brasil.

CAPÍTULO 4

REFERENCIAL E PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta tese tem como objetivo investigar as potencialidades do uso do mapeamento conceitual como meio de favorecer a aprendizagem significativa. Com esta finalidade, foram realizados cinco estudos, em diferentes níveis e contextos educacionais, nos quais se promoveu a construção de mapas conceituais progressivos em Ciências Naturais e Biologia, como ferramenta de ensino e avaliação da aprendizagem dos estudantes. De acordo com o problema de pesquisa, a metodologia usada foi a de investigação qualitativa descritiva interpretativa.

A pesquisa foi desenvolvida durante o ano letivo de 2006 e pretendeu responder às seguintes perguntas: Os mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa dos alunos de diferentes contextos e níveis educativos? Como os mapas conceituais funcionam na educação básica e na educação superior? Quais são as regularidades e as diferenças no uso dos mapas nos diferentes níveis?

4.1 Pesquisa qualitativa como referencial metodológico

Esta investigação é do tipo qualitativa descritiva, de natureza exploratória e interpretativa, que se insere no marco metodológico da pesquisa qualitativa. A escolha pela metodologia qualitativa tem como argumento principal o fato de que o objetivo da pesquisa não é testar hipóteses, uma vez que não existe uma realidade objetiva independente, ela é socialmente construída. O interesse central da pesquisa qualitativa está nos significados que as pessoas, em suas ações e interações, atribuem dentro de um contexto social.

Moreira (1990) explica que a pesquisa qualitativa se preocupa mais com a compreensão do fenômeno social, segundo a perspectiva dos atores, através de participação na vida desses atores. Não tem a preocupação de fazer inferências estatísticas, porque o seu enfoque é descritivo e interpretativo, do ponto de vista de significados, tanto do pesquisador quanto dos sujeitos. O objetivo fundamental desse tipo de estudo é compreender o significado de uma experiência e tentar entender como funcionam todas as partes, que se juntam para formar um todo. A pesquisa qualitativa busca a profundidade dos fatos, parte do subjetivo, a amostra é não casualista, é intencional, trabalha com valores, crenças, opiniões e atitudes. Todas as variáveis são importantes. Este tipo de pesquisa trabalha com pressupostos, para tentar atingir o seu objetivo. No que se refere à metodologia de pesquisa utilizada neste estudo, podem ser citadas as propostas por Stenhouse (1991), Eisner (1998), Alves-Mazzoti e Gewandsznajder (2001), Serrano (2004) e Yin (2005).

Dentro dessa modalidade de pesquisa cabe ressaltar a importância e a diferença entre os significados denotativos e conotativos. Os primeiros são aqueles compartilhados culturalmente, que permitem a comunicação entre as pessoas. Os segundos são idiossincráticos, pessoais, e diferem de indivíduo para indivíduo; isto é, certo objeto ou evento dentro de uma determinada cultura tem significados comuns aos membros dessa cultura, mas ao mesmo tempo cada indivíduo pode interpretá-lo de maneira diferente. Naturalmente, essa diversidade de interpretações significativas está presente na microcultura da sala de aula (Moreira, 1990, 2003). Segundo Erickson (1986, p. 130), em termos de metodologia o investigador interpretativo

presume que as microculturas das salas de aula diferem de uma para outra, independente do grau de similaridade em características gerais entre elas [...] Dessa perspectiva, as similaridades superficiais entre grupos e salas de aula é que são triviais e ilusórias na pesquisa em ensino [...] Isso não quer dizer que a pesquisa em ensino não está interessada na descoberta de universais, mas sim que ela segue uma rota diferente para descobri-los [...] A busca não é de universais abstratos, aos quais se chega através de generalizações estatísticas de amostras para populações, mas sim, de universais concretos, atingidos através do estudo detalhado de um caso específico e da comparação desse caso com outros estudos igualmente com grande detalhe.

Taylor e Bogdan (1986) mostram que os métodos qualitativos são humanistas, usados para estudar as pessoas. E se estudamos as pessoas qualitativamente, chegamos a conhecê-las no seu pessoal e a experimentar o que elas sentem na sua vida cotidiana na sociedade. Segundo Moreira (1990, 2003), a análise dos dados assume grande importância para o pesquisador interpretativo quando narra o que fez. O pesquisador irá

enriquecer sua narrativa com trechos de entrevistas, observações de suas anotações, vinhetas, exemplos de trabalhos de alunos, entremeados de comentários interpretativos, procurando persuadir o leitor, buscando apresentar evidências que suportem sua interpretação e, ao mesmo tempo, permitam ao leitor fazer julgamentos de modo a concordar ou não com as interpretações dadas pelo pesquisador. (Moreira, 1990, p. 35).

Faz-se necessário trabalhar os dados, organizar, sintetizar, fragmentar as citações e descrições em unidades manejáveis, descobrir o que é importante e o que é secundário, decidir se o que vai ser dito no produto final da pesquisa está associado à qualidade da análise, ou seja, à credibilidade (Massoni & Moreira, 2006). A descrição precisa e detalhada de tudo o que foi feito, com uma retórica persuasiva, procurando convencer o leitor, permite, com maior ou menor grau de aproximação, replicar o estudo. Assim, os relatos de uma pesquisa interpretativa procuram dar evidências de validade e fidedignidade dos estudos realizados (Moreira, 1990, 2003). A análise dos dados visa à sua compreensão, busca a confirmação ou não dos pressupostos e procura responder às questões da tese.

No caso de pesquisa qualitativa que investiga o ensino formal, deve-se inter-relacioná-lo com a ação de aprender, considerando que ela ocorre durante o que se passa na sala de aula e esta se encontra integrada em um ambiente mais amplo que é a escola. O fenômeno de interesse na investigação em ensino tem a ver com o *ensino*, a *aprendizagem*, a *avaliação*, o *currículo* e o *contexto* (Moreira & Caballero, 1999). Os eventos analisados pela presente investigação são os fatos, os acontecimentos, as situações que ocorreram no contexto de aprendizagem, materializados nos registros, anotações em caderno de observações, entrevistas, mapas conceituais, respostas a testes, etc. Estes elementos serão analisados descritiva e interpretativamente, qualitativa e/ou quantitativamente, de modo a responder à pergunta principal da investigação.

4.2 Instrumentos de coleta de dados utilizados

Para a coleta de dados foram utilizados os seguintes instrumentos: pré-teste e pós-teste escritos, com cinco questões elaboradas para cada estudo; sequência de mapas conceituais realizados antes, durante e depois do estudo de cada tema; avaliação final escrita dos conteúdos; questionário avaliativo sobre o uso dos mapas conceituais; entrevista semiestruturada; registros feitos pela pesquisadora documentando alguns acontecimentos importantes durante as aulas com o objetivo de apoiar a análise e a interpretação dos dados.

Para avaliar a forma de interpretar o significado dos conceitos *Água, Solo, Mamíferos, Sistema Respiratório e Elefantes* pelos alunos que participaram dos estudos, o principal instrumento de tomada de informação foram os mapas conceituais elaborados em três momentos distintos: antes, durante e depois de ministrados os conteúdos, identificados respectivamente como MCI, MCII e MCIII. De acordo com Moreira (2006a, p. 55),

se entendermos a estrutura cognitiva de um indivíduo, em uma certa área de conhecimento, como o conteúdo e organização conceitual de suas ideias nessa área, mapas conceituais podem ser usados como instrumentos para representar a estrutura cognitiva do aprendiz. Assim sendo, os mapas conceituais serão úteis não só como auxiliares na determinação do conhecimento prévio do aluno (ou seja, antes da instrução), mas também para investigar mudanças em sua estrutura cognitiva durante a instrução. Dessa forma se obtém, inclusive, informações que podem servir de realimentação para a instrução e para o currículo.

Ao final das intervenções, os alunos responderam a um questionário cujo objetivo era colher suas impressões sobre a inserção dos mapas conceituais no cotidiano das aulas e, mais especificamente, sobre a sua influência no processo de aprendizagem. A análise das respostas fornecerá subsídios para responder ao problema da investigação, cuja questão-foco é saber se os mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa dos alunos. O questionário avaliativo era composto de quatro perguntas:

- *O que você achou do uso dos mapas conceituais?*
- *Quais as dificuldades que você sentiu ao construir seus mapas?*
- *Que vantagens e desvantagens você vê no uso de mapas conceituais?*
- *O que você pensa da possibilidade de usar mapas conceituais em outras disciplinas?*

As entrevistas semiestruturadas são conversações intencionadas em que não há imposição rígida de questões. A relação que se cria é de interação, em um clima de estímulo e aceitação mútua, de modo que as informações possam fluir de maneira notável e autêntica (Lüdke & André, 1986, 2001). Por ter um formato mais aberto, é possível captar ideias e pensamentos do aluno, que vai discorrer sobre o tema proposto com base nas informações que ele detém. De acordo com Moreira e Silveira (1993), o principal objetivo da entrevista é deixar o aluno falar. Bogdan e Biklen (1994) dizem que a entrevista é utilizada para recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspectos do mundo.

As entrevistas semiestruturadas registraram duração entre 20 e 30 minutos e foram realizadas com 15 alunos: cinco do estudo 1, dois dos estudos 2 e 3 e três dos estudos 4 e 5. Todos os alunos participaram de livre e espontânea vontade. Um roteiro de seis perguntas serviu de base para a condução da entrevista:

- *Você gostou quando o professor pediu que elaborasse o mapa conceitual e depois expusesse o assunto para a classe?*
- *Quais foram os benefícios que as atividades com mapas trouxeram e/ou têm trazido para você?*
- *Como você vê o trabalho com mapas conceituais em aula?*
- *Existe alguma diferença entre a metodologia que era trabalhada anteriormente e a atual onde utilizamos os recursos dos mapas conceituais?*
- *Você prefere elaborar mapa conceitual sozinho, em duplas, em trio ou em grupos maiores?*
- *Que sugestões você tem para trabalhar com mapas conceituais em classe?*

A coleta de dados foi planejada de modo a responder às perguntas que se referem ao problema da investigação e a analisar se:

- o pré-teste e o mapa inicial podem revelar os conhecimentos prévios dos alunos sobre os temas a serem estudados, fornecendo elementos para o planejamento das demais atividades;
- o pós-teste aplicado no final dos estudos, ao ser comparado com o pré-teste, mostra como os conhecimentos prévios foram modificados, quais as possíveis evoluções conceituais dos alunos relativamente aos conceitos dos temas em estudo;
- a sequência de mapas realizados antes, durante e ao final de cada estudo sobre os conceitos dos temas abordados evidencia a ocorrência de evolução conceitual e de aprendizagem significativa ao longo dos estudos;
- a análise conjunta do pós-teste, do último mapa e da avaliação final mostra indícios de que houve evolução conceitual e aprendizagem significativa dos conceitos estudados;
- as respostas ao questionário avaliativo e as entrevistas semiestruturadas fornecem indicadores positivos em relação ao uso dos mapas conceituais como estratégia para favorecer a aprendizagem significativa.

4.3 Interpretação dos mapas conceituais à luz da teoria da aprendizagem significativa

Uma teoria de aprendizagem autêntica não pode por si só dar receita de como ensinar, mas pode oferecer o fio condutor, o ponto de partida que seja mais viável para as descobertas de princípios gerais do ensino, que podem ser formulados através de processos psicológicos e/ou das relações de causa e efeito existentes entre eles. Ensinar com o objetivo de favorecer a aprendizagem significativa corresponde a viabilizar que o aluno perceba e interprete o significado do que lhe foi apresentado e, por meio da interação (não-arbitrária e substantiva) desta nova ideia com algum conhecimento

prévio, especificamente relevante, (re)organize sua estrutura cognitiva. Essa é a essência da aprendizagem significativa.

É indispensável que os princípios válidos do ensino estejam baseados em princípios relevantes da aprendizagem, o que não é tarefa fácil de conseguir. A articulação desses princípios deve ser levada em consideração em qualquer processo educacional. As teorias de ensino e de aprendizagem dependem uma da outra, existem reciprocidades entre elas, ambas são necessárias para a ciência pedagógica, uma não substitui a outra, elas se completam.

Segundo Ausubel *et al.* (1980, p. 32), na aprendizagem significativa “a interação entre significados potencialmente novos e ideias básicas relevantes na estrutura cognitiva do aluno dá origem a significados reais e psicológicos”, ou seja, ocorre uma interação entre os conhecimentos novos que o aluno adquiriu, atribuiu, construiu, compreendeu com conhecimentos anteriores que ele já possuía em sua estrutura cognitiva. Esse processo envolve diretamente o ensino, o aluno e o professor, uma vez que essa interação se dá no contexto da sala de aula, com o professor como mediador, cabendo ao aluno tomar a decisão de aprender.

Para que ocorra a aprendizagem significativa, condições específicas devem estar presentes. É fundamental que simultaneamente se apresente um *material de ensino potencialmente significativo* e que o aluno tenha *disposição para aprender significativamente*. Caso o aluno não apresente a referida disposição, poderá aprender de modo mecânico ou mesmo não aprender, ainda que o material de ensino seja potencialmente significativo. Estas condições, antes de isentar a responsabilidade e o comprometimento do professor na condução do processo, evidenciam o papel do aluno como corresponsável. Cabe ao professor averiguar inicialmente o que o aluno já sabe, determinar os conceitos-chave do assunto e decidir sobre os recursos e estratégias mais apropriados para apresentar o tema àquele aluno particular, naquele contexto particular.

O ensino que pretende favorecer a aprendizagem significativa deve considerar as condições específicas que foram apresentadas e por isso deve ser planejado, desenvolvido e avaliado considerando a inter-relação entre aluno, professor, conhecimento, contexto e avaliação, que compõem os cinco elementos do evento educativo. Outro fato de suma importância é a relação entre o que se considera importante aprender e o que o aluno já sabe sobre o tema em questão, isto é, os conhecimentos prévios que ele possui. Para Ausubel *et al.* (1980, p. 9), “os professores devem decidir o que é importante ensinar aos seus alunos. Discernir os conteúdos principais a serem aprendidos e dosar adequadamente a transmissão de informações, decidindo sobre a quantidade adequada e o grau de dificuldade das tarefas de aprendizagem”. Assim, o que é importante não é a quantidade de informações a ser aprendida, mas sim que sejam compartilhadas as ideias principais do tema em estudo.

Planejar o ensino dentro dos princípios ausubelianos requer do professor que a construção do material seja potencialmente significativa. Para atingir este objetivo, ele deve organizar – e, se for necessário, reorganizar – o conteúdo a ser estudado contemplando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa

(Moreira, 2005, 2006a; Moreira & Masini, 2001). O desenvolvimento do ensino nessa linha deve garantir a captação, a negociação e o compartilhamento de significados, pois a aprendizagem é um processo de construção contínuo e individual, no qual os alunos integram na sua estrutura cognitiva os conhecimentos que eles já possuíam com os novos conhecimentos adquiridos (Ausubel *et al.*, 1980; Ausubel, 2002). Ocorrendo desta forma a aprendizagem permanece por um longo tempo e não é facilmente esquecida.

A avaliação, dentro destes mesmos princípios, tem como finalidade fornecer informações que permitam ao professor adaptar o ensino às diferenças individuais dos alunos. Na perspectiva de Ausubel, a avaliação deve visar os processos mentais do aluno, empenhando-se em compreender o seu funcionamento cognitivo diante da atividade proposta. Desta forma, a avaliação deve privilegiar essencialmente os processos e não os produtos, dando ao aluno um papel ativo e respeitando o seu ritmo de aprendizagem.

Com base nestes fundamentos surgiram os mapas conceituais, instrumentos articuladores dos princípios teóricos da aprendizagem significativa. Novak (2000, p. 192) considera que os mapas conceituais são a ferramenta de avaliação mais importante à disposição dos educadores, mas só podem ser utilizados com essa finalidade depois de serem usados na facilitação da aprendizagem. Para Moreira (2006a), os mapas conceituais não só auxiliam na determinação dos conhecimentos prévios do aluno como também investigam mudanças na sua estrutura cognitiva durante e após o estudo do conteúdo. Além disso, podem ser usados em qualquer nível de ensino, em qualquer área do conhecimento, buscando sempre um fim comum que é a aprendizagem significativa de corpos organizados de conhecimento.

Moreira (2005, 2006a) enfatiza que os mapas conceituais permitem ao professor obter informações sobre o tipo de estrutura que o aluno vê em um conjunto de conceitos de uma matéria de ensino; eles mostram o que o estudante sabe em termos conceituais, a forma como ele estrutura, hierarquiza, diferencia, relaciona, discrimina, integra conceitos. De acordo com Novak e Gowin (1999) e Moreira (2005, 2006a), a aprendizagem é o resultado de uma mudança no significado da experiência, e o mapa conceitual é um método para mostrar tanto ao aluno como ao professor que ocorreu realmente uma reorganização cognitiva. Desse modo, é possível identificar nos mapas conceituais diferentes configurações espaciais, podendo apresentar desde uma lista de conceitos sem organização hierárquica, com tendência a formar uma relação linear, até mapas bidimensionais, que permitem uma representação mais completa das relações existentes entre os conceitos.

Segundo Novak e Gowin (1999), Novak (2000) e Moreira (2005, 2006a), os mapas conceituais, entendidos como diagramas bidimensionais que mostram relações hierárquicas significativas entre conceitos de uma matéria de ensino, devem apresentar as seguintes características:

- identificação dos conceitos centrais e gerais da matéria de ensino;
- ordenação dos conceitos, começando do mais geral e inclusivo no topo e progressivamente agregando os mais específicos, com base nos princípios da diferenciação progressiva;

- ligação dos conceitos com linhas, acompanhadas de palavras de ligação que explicitem a relação existente entre os conceitos, evitando palavras que indiquem ligações comuns, simples (dois conceitos unidos por uma palavra de ligação formam uma proposição);
- estabelecimento de relações horizontais cruzadas que revelem reconciliação integrativa;
- fornecimento de exemplos, colocando-os embaixo dos conceitos correspondentes (em geral eles ficam na parte inferior do mapa).

4.3.1 Análise e interpretação dos mapas dos cinco estudos

A proposta de ensinar com base na teoria de Ausubel levou ao planejamento e desenvolvimento dos cinco estudos que compõem esta pesquisa, cuja preocupação está em favorecer a aprendizagem significativa de conhecimentos específicos sobre os temas *Água, Solo, Mamíferos, Sistema Respiratório e Elefantes*, utilizando como principal instrumento o mapa conceitual. Os mapas conceituais foram elaborados pelos alunos antes, durante e depois do estudo de cada tema. A expectativa, fundamentada na ideia de que a aprendizagem é um processo que demanda tempo e negociação de significados, era que os mapas, construídos nos três momentos distintos, evidenciassem a evolução do conhecimento dos alunos ao longo do ensino realizado e, a partir daí, possibilitassem algumas considerações sobre o tipo de influência provocada.

Ainda que seja possível elaborar mapas com grande *número de conceitos*, a recomendação de Novak e Gowin (1999) e Moreira (2006a) é que no início do trabalho com mapas o número de conceitos deve situar-se entre 6 e 10. O mapa ideal deve ter muitas *ligações diretas*, o número de linhas deve ser superior ao de conceitos. Estas evidenciam as relações entre os conceitos, permitindo uma melhor representação do conhecimento. As *palavras de ligação*, por sua vez, explicitam a natureza das relações entre conceitos, desse modo, quanto mais próximo for o número de palavras de ligação do número de linhas, melhor será o mapa. A esse respeito, Moreira (2006a p. 94) observa que

não é fácil achar uma palavra-chave que expresse uma relação significativa entre dois conceitos. Então, a tendência é cair no uso de verbos e preposições que, na melhor das hipóteses, sugerem relações muito pobres e jogam fora a grande potencialidade oferecida aí para uma negociação de significados.

As *ligações cruzadas* representam a existência de relação entre conceitos pertencentes a segmentos distintos do mapa, assim, a presença de duas ligações cruzadas pode indicar capacidade criativa de quem o elaborou. O número de *níveis hierárquicos*, de acordo com o modelo apresentado por Novak e Gowin, pode ser analisado juntamente com o tipo de estrutura do mapa, pois ambos evidenciam a atenção dada à hierarquia entre os conceitos. Quanto maior for o respeito à hierarquia, melhor organizado estará o mapa de conceitos.

Para analisar qualitativamente os mapas elaborados antes, durante e depois dos estudos, foram estabelecidos critérios de classificação no que se refere aos graus de hierarquia e de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, os quais estão apresentados no quadro 1. Os critérios de análise adotados têm base nas novas estratégias para avaliação de mapas conceituais propostas por Novak (2000) e nos princípios programáticos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa de Ausubel (2002).

Quadro 1

Categorias de análise da hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa

Categorias	Características	Informações relevantes
Alta (A) Possui conceitos relevantes para compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes; está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos e os exemplos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas, presença ou não de exemplos.
Média (M) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
Baixa (B) Indica ausência de compreensão do tema.	Apresenta um ou dois conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Possui hierarquia básica, demonstrando ou não sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.
Nula (N) Indica completa ausência de compreensão do tema	Não apresenta os conceitos centrais do tema; muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Não há uma hierarquia básica, demonstra sequências lineares e conhecimentos simples.

A análise qualitativa comparativa dos mapas elaborados antes, durante e depois do estudo dos cinco temas foi realizada com base na sua classificação em três categorias: Mapa Bom (MB), Mapa Regular (MR) e Mapa Deficiente (MD) – ver quadro 2. Na busca de identificar evidências de aprendizagem significativa nos mapas dos alunos, levaram-se em conta: o número de conceitos válidos e a sua relevância e centralidade em relação ao tema; o número de ligações corretas (simples e cruzadas); a adequação das palavras de ligação utilizadas; a validade e relevância das proposições formuladas; a indicação de exemplos válidos; a existência de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa. De cada estudo foram escolhidos casos para a realização de análise qualitativa descritiva, perfazendo um total de 42 mapas conceituais analisados.

Quadro 2
Categorias de análise da qualidade do mapa conceitual

Categorias	Características	Informações relevantes
MC Bom (MB) Indica maior compreensão do tema.	Contém informações conceituais relevantes, está bem hierarquizado, com o conceito inclusor no topo, em seguida os intermediários e posteriormente os mais específicos.	Palavras de ligação adequadas; com ligações cruzadas; ausência de repetição de conceitos e informações supérfluas; proposições corretas.
MC Regular (MR) Indica pouca compreensão do tema.	Apresenta alguns conceitos centrais do tema, mas com uma hierarquia apreciável.	As palavras de ligação e os conceitos não estão claros. Pode realizar ligações cruzadas ou não. Muitas informações detalhistas e a repetição de conceitos.
MC Deficiente (MD) Indica ausência de compreensão do tema.	Não apresenta os conceitos centrais do tema, muito pobre em conceitos sobre o conteúdo trabalhado.	Hierarquia básica, demonstrando sequências lineares e conhecimentos muito simples. Faltam relações cruzadas, com palavras de ligação; são muito simples.

Um aspecto importante a ser considerado na análise é a evolução dos conceitos nos três mapas progressivos. Os conceitos presentes nos mapas MCII e MCIII serão analisados em relação aos que foram utilizados no primeiro conjunto de mapas, tomado como representativo dos conhecimentos prévios dos alunos. Se os conceitos novos incluídos nos mapas MCII e MCIII corresponderem aos aspectos mais centrais e gerais do tema, isso constitui um indicador de sucesso do processo de ensino/aprendizagem. O mesmo se dá se os conceitos presentes apenas nos mapas MCI corresponderem a características pontuais do tema. Por outro lado, se os *melhores* conceitos estiverem presentes nos três mapas, isso revela que a influência do ensino no conhecimento dos alunos foi insignificante.

Foi efetuada também análise quantitativa comparativa para identificar as evidências de aprendizagem nas estruturas conceituais encontradas nos mapas dos alunos nos cinco estudos, antes, durante e depois dos conteúdos, a qual levou em conta os seguintes critérios: número de conceitos; número de ligações; número de níveis hierárquicos; número de relações simples entre os conceitos; número de relações cruzadas entre os conceitos; tipo de estrutura do mapa.

4.4 Descrição geral dos estudos 1, 2, 3, 4 e 5

As informações gerais sobre os cinco estudos estão organizadas no quadro 3. Os quantitativos de alunos informados dizem respeito àqueles que participaram de todo o processo de intervenção. O estudo 1 foi realizado em uma classe multisseriada² da

² Classes multisseriada, embora raras nos centros urbanos, são relativamente comuns nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, particularmente nas áreas mais pobres e afastadas das cidades, nas quais a falta de professores é um problema importante. Neste tipo de classe, em geral com número reduzido de alunos

escola pública municipal João Honório Apolônio, no município de São João, Pernambuco, Nordeste do Brasil, com tópicos de Ciências Naturais sobre o tema *Água*. Localizada na área rural, no Sítio Pau d'Arco, a escola tem uma estrutura física de pequeno porte e oferece apenas o nível de ensino Fundamental I. No primeiro semestre de 2006, funcionou no período da manhã com 27 alunos, matriculados de 1^a a 4^a série (1^o e 2^o ciclos), dispondo de uma única professora para todas as séries. O estudo foi desenvolvido com cinco alunos, na faixa etária de 9 a 17 anos, das 3^a e 4^a séries (2^o ciclo). A carga horária foi de 32 horas, dividida em oito encontros, no período matutino.

Os estudos 2, 3 e 4 foram desenvolvidos na escola pública municipal José Brasileiro Vila Nova, localizada no bairro Boa Vista, na cidade de Garanhuns, Pernambuco, Nordeste do Brasil, no período vespertino, com classes normais e disciplinas de conteúdos específicos com tópicos de Ciências Naturais. Fundada em 1982, a escola atendia a 1.500 alunos do Ensino Fundamental II, distribuídos em 45 turmas, dispondo de infraestrutura pedagógica adequada ao ensino fundamental. O estudo 2, realizado com 16 alunos da 5^a série A – 3^o ciclo (idades entre 9 e 13 anos), teve como tema o *Solo* e desenvolveu-se em 22 encontros, com carga horária total de 17h e 30min. O estudo 3, que teve também a participação de 16 alunos, entre 10 e 14 anos de idade, ocorreu na 6^a série A (3^o ciclo) e totalizou uma carga horária de 27h e 30min, dividida em 33 encontros, tendo como tema os *Mamíferos*. O estudo 4 foi desenvolvido com 24 alunos, entre 11 e 14 anos de idade (7^a série A – 4^o ciclo), com carga horária de 25h e 30min, correspondente a 30 encontros, sobre o tema *Sistema Respiratório*.

O estudo 5 foi realizado em uma universidade pública estadual, localizada na cidade de Garanhuns, Pernambuco, Nordeste do Brasil, no período matutino e vespertino, com 36 alunos, na faixa etária entre 18 e 25 anos, licenciandos em Biologia (1^o, 3^o, 5^o e 7^o períodos), futuros professores, matriculados no *Segundo Curso de Extensão Universitária sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais*. A intervenção teve uma carga horária de 45 horas (8 encontros), estudando um tópico da Zoologia, *Família Elephantidae*, cujo conceito escolhido foi *Elefantes*. O curso foi realizado para o cumprimento da carga horária exigida aos alunos do sétimo período, que estão finalizando a Licenciatura. Inicialmente, ele foi oferecido só para os formandos, porém, devido à insistência e procura dos alunos, foi aberto para os outros períodos.

A Faculdade de Formação de Professores de Garanhuns (FFPG) é vinculada à Fundação de Ensino Superior de Pernambuco (FESP/PE), sediada na capital do estado, e possui uma infraestrutura de universidade de grande porte. A FFPG foi criada em 1967 e iniciou suas atividades com cursos de Licenciatura Curta em Letras, Estudos Sociais, História, Geografia e Ciências. Os cursos de Licenciatura Curta foram convertidos em cursos de Licenciatura Plena: Letras, com habilitação em Português e Inglês e respectivas Literaturas; Ciências, com habilitação em Biologia e Matemática; História; Geografia. Esses cursos foram reconhecidos em 1990 e o ingresso dos alunos se dá através de concurso vestibular. No curso de Ciências, uma parte do alunado é constituída por professores egressos do curso de Licenciatura Curta, que regressam à Faculdade para integralizar o currículo e concluir a Licenciatura Plena.

para cada série, estudantes de idades e níveis educacionais diversos são instruídos por um único professor, no mesmo espaço físico e tempo (Rosa, 2008).

Quadro 3
Informações gerais sobre os cinco estudos

Nº de alunos		Duração				Tema	Mapas	Instrumentos de Avaliação			Questionário Avaliativo	Entrevista
Total	Participantes ^a	Período	Semanas	Dias	Carga Horária			Pré-Teste	Pós-Teste	Avaliação Final		
Estudo 1: Escola Pública Municipal Rural, Nível Fundamental I, 3ª e 4ª séries (classe multisseriada), turno matutino												
13	05	01.08 a 01.09.2006	3	8	32h	Água	Individuais	Não	Não	Não	Sim	Sim
Estudo 2: Escola Pública Municipal, Nível Fundamental II, 5ª série, turno vespertino												
39	16	01.08 a 13.09.2006	8	22	17h30	Solo	Individuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estudo 3: Escola Pública Municipal, Nível Fundamental II, 6ª série, turno vespertino												
36	16	04.04 a 15.06.2006	11	33	27h30	Mamíferos	Em duplas	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estudo 4: Escola Pública Municipal, Nível Fundamental II, 7ª série, turno vespertino												
38	24	01.08 a 09.10.2006	10	30	25h30	Sistema Respiratório	Individuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
Estudo 5: Universidade Pública Estadual, Curso de Graduação em Biologia (1º, 3º, 5º e 7º períodos), turnos matutino e vespertino^b												
40	36	06.05 a 28.05.2006	6	8	45h	Elefantes	Individuais	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim

^a Alunos que participaram durante toda a intervenção.

^b Alunos participantes do Segundo Curso de Extensão sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais.

CAPÍTULO 5

ESTUDO 1: 3^a e 4^a SÉRIES – ÁGUA

Este estudo, que contou com a participação efetiva da professora e da pesquisadora, foi desenvolvido entre os meses de agosto e setembro de 2006, em uma classe multisseriada de escola rural. Esta classe apresentava características diferenciadas em relação às de outras escolas localizadas na área urbana: quantidade pequena de matrículas, alunos fora da faixa etária, vários irmãos na mesma classe, reduzida assiduidade, situação econômica precária e baixo nível cultural das famílias. Apesar de residirem próximo à escola os alunos faltavam muito, pelos motivos mais variados: precisavam cuidar dos irmãos menores, dormiam demais, precisavam ajudar os pais, sentiam preguiça, etc. Com relação ao comportamento, as crianças eram em sua maioria inquietas, distraídas, dispersas; algumas eram tímidas, envergonhadas, quietas, caladas.

O público alvo da investigação foi composto por 13 alunos matriculados na 3ª e 4ª séries, sendo três meninos e 10 meninas, com idade entre 9 e 17 anos. Entretanto, em virtude das faltas, apenas cinco alunos participaram de todas as atividades. A classe, por ser multisseriada, abrigava também alunos da 1ª e 2ª séries, os quais não foram incluídos na pesquisa, por não possuir desenvoltura para ler e escrever. Os alunos da terceira e quarta séries também apresentavam dificuldades na leitura e escrita, o que impossibilitou a aplicação do pré-teste, pós-teste e da avaliação final escrita.

5.1 Preparação da intervenção

No início do ano letivo de 2006, a pesquisadora reuniu-se com a professora da classe para o planejamento das atividades relacionadas à pesquisa, tendo sido estabelecido o seguinte objetivo: “Introduzir a construção de mapas conceituais de um conteúdo de Ciências Naturais, antes, durante e após o desenvolvimento de uma unidade didática, com alunos da 3ª e 4ª séries de uma classe multisseriada, com o objetivo de saber se este instrumento favorece a aprendizagem significativa dos alunos”. Em seguida foi elaborada a proposta pedagógica e metodológica que deu origem à intervenção. Para iniciar o trabalho com mapas conceituais, os alunos deveriam ter alguma noção sobre eles, então, foram organizadas algumas atividades prévias a serem desenvolvidas com a turma.

Houve um encontro com a turma, no qual a pesquisadora foi apresentada aos alunos e esclareceu a razão de estar fazendo este estudo. Informou-se que o trabalho seria desenvolvido em parceria com a professora da classe, que estava sempre à procura de formas de ensino para melhorar a aprendizagem dos alunos na sala de aula. Foi solicitada a participação deles, que em sua maioria concordou. Explicou-se que o instrumento até então desconhecido deles era o mapa conceitual, uma técnica de ensino que tem sido usada em vários contextos educativos para promover a aprendizagem de forma mais duradoura, podendo ser utilizado na sala de aula tanto para o ensino individual como em pequenos grupos.

Uma vez que os alunos nunca tinham ouvido falar sobre este instrumento, foi feita uma explanação sobre mapas conceituais: como são construídos, para que servem, em que situações são aplicados, quais os elementos que os compõem. Foram explicados

e exemplificados os três elementos fundamentais para a construção dos mapas – os conceitos/ideias, as proposições e as palavras de ligação. Para isso recorreu-se às sugestões formuladas por Novak e Gowin (1999, p. 40) e utilizou-se um mapa conceitual retirado do seu livro (p. 68). A explicação teve início com a elucidação da diferença entre acontecimentos e objetos no quadro de giz, escrevendo-se várias palavras para serem identificadas como acontecimento ou objetos. Essa preparação serviu para aos poucos introduzir o que é conceito/ideia, palavra de ligação.

Foram distribuídas pela professora duas estrofes populares e uma poesia curta, que se encontram transcritas abaixo, as quais foram lidas com a ajuda da pesquisadora. Os alunos deveriam escolher um dos textos, selecionando o conceito/ideia principal, separando e escrevendo as proposições e as palavras de ligação no quadro. Em seguida, cada um deveria elaborar um mapa conceitual individual (ver exemplos nas figuras 1 e 2). Dos 13 alunos matriculados na 3ª e 4ª séries, 12 estiveram presentes a estas atividades preliminares e o resultado foi satisfatório.

Moreninha do cabelo cacheado

Lá em cima daquele morro,
passa boi, passa boiada,
também passa moreninha,
do cabelo cacheado.

(Folclore brasileiro)

O cravo e a rosa

O cravo brigou com a rosa,
debaixo de uma sacada,
o cravo saiu ferido,
e a rosa despedaçada.

(Folclore brasileiro)

Segredo

Andorinha no fio
escutou um segredo.
Foi à torre da igreja,
cochichou com o sino.
E o sino bem alto,
delém-dem, delém-dem,
delém-dem, delém-dem!
Toda a cidade ficou sabendo.

(Lisboa, 1996)

Durante a conversa em classe sobre a primeira estrofe popular, foram selecionados “morro” como o conceito/ideia principal e “boi, boiada, moreninha, cabelo e cacheado” como os conceitos/ideias secundários, totalizando seis conceitos. Entretanto, analisando os dez mapas elaborados, verificou-se que nenhum dos alunos trouxe o conceito/ideia “cabelo”. Questionados sobre o motivo de não terem incluído este conceito, percebeu-se em suas falas que alguns haviam confundido conceito/ideia com palavra de ligação e outros pensaram que poderiam estar repetindo o conceito/ideia “cabelo – cacheado”.

Para a poesia *Segredo*, foram selecionados inicialmente sete conceitos/ideias: “andorinha” (o principal), “fio, torre, igreja, sino, cidade e segredo”. Somente um aluno incluiu todos os conceitos/ideias em seu mapa, a maioria deixou fora dois ou três conceitos/ideias.

Dois mapas foram os que mais se aproximaram da ideia de fazer um mapa conceitual. No primeiro, sobre a estrofe popular, o aluno colocou os conceitos/ideias, mas omitiu algumas palavras de ligação (figura 1). O conceito cabelo não aparece em seu mapa, entretanto, quando se solicitou que explicasse o que tinha feito, sua explicação foi mais detalhada do que o mapa e o conceito “cabelo” foi contemplado. No segundo mapa, sobre a poesia, o aluno incluiu todos os sete conceitos. Na sua explicação ele disse: “eu fiz o que eu entendi da história”. Na análise geral dos mapas

construídos, observou-se que os alunos tiveram dificuldade de hierarquizar os conceitos/ideias, algumas linhas aparecem sem a devida palavra de ligação e verbos foram utilizados como conceito/ideia.

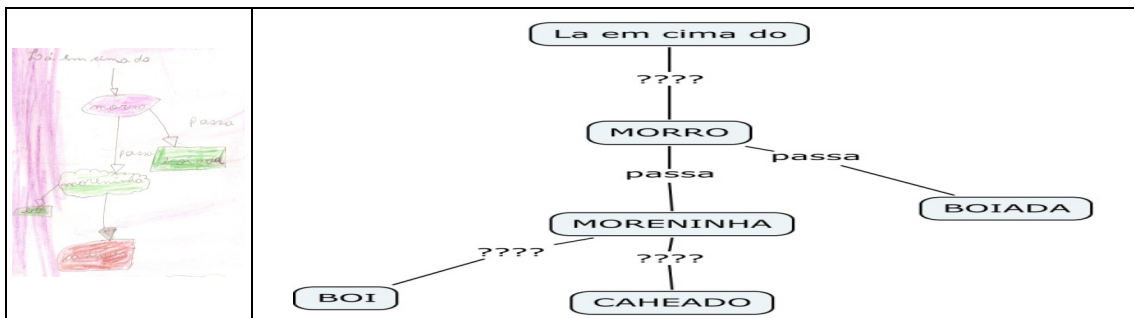


Figura 1: Mapa conceitual sobre estrofe popular (A'3)

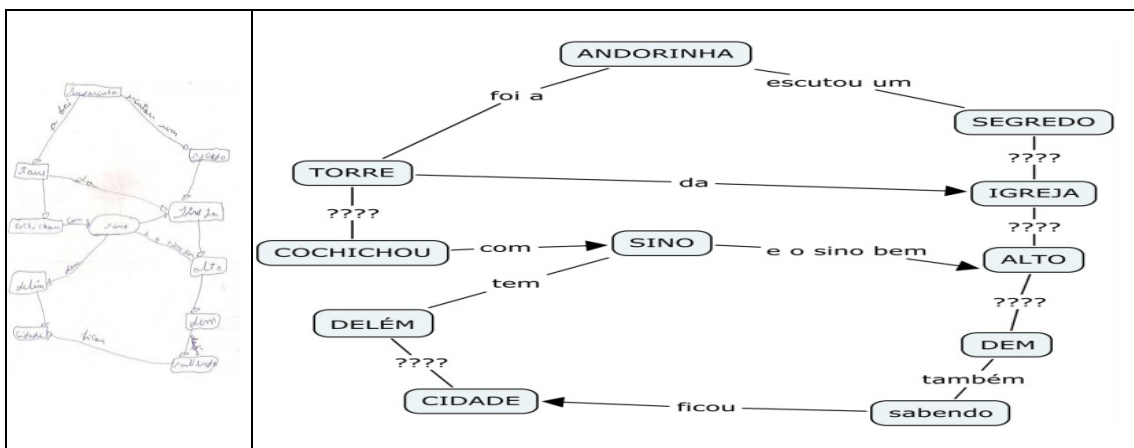


Figura 2: Mapa conceitual sobre a poesia *Segredo* (A'2)



O aprendizado de uma criança é determinado em parte pelo seu interesse na informação ou tarefa e pela facilidade com que é capaz de integrar a informação na sua estrutura de conhecimento pré-existente. Os primeiros mapas conceituais construídos por estes alunos mostram que, de modo geral, eles tiveram intenção não só de compreender como também de interagir com o conteúdo dos textos trabalhados. A ferramenta causou uma impressão favorável nos alunos, levando-os a desenvolver essa experiência e a participar ativamente das aulas, evidenciando que seus conhecimentos estão em plena construção.

5.1.1 Plano de Ensino

A intervenção propriamente dita foi desenvolvida em oito encontros dedicados à disciplina de Ciências Naturais, ocupando todo o horário da manhã, de acordo com o Plano de Ensino constante do quadro 4. O planejamento das atividades foi baseado no diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos, feito de forma oral e através dos mapas iniciais elaborados e apresentados individualmente.

Quadro 4

Plano de Ensino do Estudo 1

			
<p>ESCOLA PÚBLICA MUNICIPAL JOÃO HONÓRIO APOLÔNIO PLANO DE ENSINO</p>			
DISCIPLINA: Ciências Naturais	TURNO: Matutino	TURMA:	Classe multisseriada 3ª e 4ª séries
<p>Professora titular: Aleksandra Marcelino da Silva Professora pesquisadora: Conceição Aparecida Soares Mendonça</p>			
<p>Tema: Água</p>			
<p>CONTEÚDO</p> <ul style="list-style-type: none"> • A água nos seres vivos e na Terra. • Água no planeta Terra (pode ser salgada ou doce; encontrada em mares, oceanos, rios, lagos, geleiras, solos, ar, seres vivos). • Água nos seres vivos (plantas, animais, seres humanos). • Composição química da água (formada por dois elementos químicos: Hidrogênio (H) e Oxigênio (O) unem-se e formam a molécula H₂O). • Estados físicos da água – sólido (exemplo a neve), líquido (exemplo a água dos rios) e gasoso (exemplo, o vapor). • Ciclo da água – evaporação, condensação e precipitação (exemplo a chuva). • Tipos de água (mineral, potável, termal, destilada, poluída, ferruginosa, magnésiana, sulfurosa). • Propriedades e uso da água (propriedades: características, incolor, inodora, insípida; uso da água: tomar banho, cozinhar, agricultura, saneamento, energia). • Tratamento da água (pode ser por floculação, decantação, filtração e coloração; aproveitamento da água: doméstico, irrigação, indústria). 			
<p>OBJETIVOS CONCEITUAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender a relação entre a água e a vida no nosso planeta. • Conhecer e identificar os componentes e estados físicos da água. • Compreender o ciclo da água. • Conhecer a quantidade de água do nosso planeta em suas formas doce e salgada. • Identificar as variáveis que interferem nas mudanças de fase da água. 			
<p>OBJETIVOS PROCEDIMENTAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar e executar experimentos. • Coletar informações para análise. • Registrar dados de observação relacionando conceitos. 			
<p>OBJETIVOS ATITUDINAIS</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorizar a observação como fonte de informação. • Conscientizar-se do seu papel na preservação do ambiente. • Respeitar e valorizar a opinião do outro e do grupo. • Demonstrar interesse pela ciência e pela natureza. 			

ESTRATÉGIAS

- Diagnóstico sociocultural do aluno.
- Aplicação de pré-teste e pós-teste (aplicados de forma oral).
- Levantamento das concepções prévias do aluno sobre o tema (de forma oral).
- Discussões: orais e coletivas.
- Leituras e seleção de conceitos nos textos do livro didático.
- Interpretação e discussão da música de Guilherme Arantes *Planeta Água*.
- Elaboração de experimentos simples com montagens de modelos.
- Trabalhos de pesquisas em revistas, individuais e em grupos sobre o tema.
- Elaboração e apresentação de cartazes.
- Confecção de mapas conceituais.

Sequência didática

1º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 01.08.2006):

- Introdução ao ensino de mapas conceituais: apresentação em slides de vários tipos de mapas de conceitos em diferentes contextos;
- Explicação do que são mapas conceituais e como devem ser construídos.

2º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 02.08.2006):

- Discussão oral e coletiva com os alunos sobre o tema *Água* através da seguinte pergunta: “O que vocês sabem sobre o tema *Água*?” Chuva de ideias/palavras colocadas no quadro; seleção das palavras de ligação.
- Elaboração de um mapa de conceitos coletivo com a ajuda dos alunos no quadro de giz sobre o tema água.
- Discussão, perguntas, explicação do mapa que foi construído com a ajuda dos alunos.

3º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 10.08.2006):

- Elaboração do primeiro mapa conceitual individual sobre o tema, sem consulta.
- Apresentação em linhas gerais dos tópicos sobre o tema a ser estudado (importância da água para os seres vivos, origem, composição química, definição do termo, tipos de água, estados físicos, utilidades e tratamento).
- Apresentação geral da pesquisadora sobre os mapas conceituais iniciais elaborados pelos alunos.
- Atividade com o recurso musical *Planeta Água* e discussão oral sobre a mensagem que a música transmite focando “a importância da água para os seres vivos e o ambiente e a composição química da mesma”.

4º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 11.08.2006):

- Exploração dos conteúdos o ciclo da água – “formação das nuvens e da chuva”, utilizando a leitura do livro-texto.
- Discussão oral e coletiva dos conteúdos do livro-texto – “formação das nuvens e da chuva”.
- Seleção dos conceitos, palavras de ligação e exemplos no livro-texto.

5º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 17.08.2006):

- Elaboração do segundo mapa conceitual individual, sem consulta.
- Transcrição dos mapas pelos alunos para cartolina.
- Apresentação oral e individual do segundo mapa conceitual.
- Discussão oral e coletiva durante as apresentações.

6º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 18.08.2006):

- Exploração dos conteúdos “utilidades, tipos e tratamento da água”.
- Elaboração de cartazes com recortes de revistas em pequenos grupos.
- Apresentação e discussão oral dos cartazes.

7º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 31.08.2006):

- Exploração dos conteúdos “tratamento da água”.
- Montagem de experimentos simples sobre os estados físicos da água.

<ul style="list-style-type: none"> • Participação coletiva dos alunos no experimento com exemplos e observações. <p>8º Encontro (4 aulas – 50 minutos/aula – 01.09.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Elaboração do terceiro mapa conceitual individual, sem consulta. • Apresentação e discussão sobre o mapa final. • Aplicação do questionário avaliativo sobre o recurso dos mapas conceituais. • Realização da entrevista semiestruturada.
<p>Recursos Materiais</p> <p>Textos xerocopiados, revistas, jornais, cartolinas, lápis de cor, réguas, tesoura, cola, caneta hidrográfica, livros didáticos, caderno, CD de música, aparelho de som.</p>
<p>Procedimentos de Avaliação</p> <p>A avaliação levará em conta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • o processo vivenciado pelo aluno durante as atividades, sendo consideradas suas atitudes frente ao compromisso com seu processo pessoal de aprendizagem e com o trabalho coletivo em sala de aula; • o produto, ou seja, o resultado de trabalhos solicitados na observação da participação dos trabalhos individuais, em parceria e/ou pequenos grupos.
<p>Bibliografia básica para o aluno</p> <p>Branco, S. M. (2003). <i>Água: origem, uso e preservação</i>. São Paulo: Moderna.</p> <p>Bachelard, G. (1989). <i>A água e os sonhos: ensaio sobre a imaginação da matéria</i> (A. P. Danesi, Trad.). São Paulo: Martins Fontes.</p> <p>Bistrichi, C. A. & Campanha, V. A. (1999). <i>Fontes de energia</i>. São Paulo: Harbra.</p> <p>Nigro, R. G. & Campos, M. C. C. (2001). <i>Vivência e construção</i>. 3ª série. São Paulo: Ática.</p> <p>Nigro, R. G. & Campos, M. C. C. (2004). <i>Vivência e construção</i>. 4ª série. São Paulo: Ática.</p> <p>Nigro, R. G. (2004). <i>Ciências</i>. 3ª série. São Paulo: Ática.</p> <p>Nigro, R. G. (2004). <i>Ciências</i>. 4ª série. São Paulo: Ática.</p> <p>Projeto Pitangua (2006). <i>Ciências</i>. 3ª série, 2 ed. São Paulo: Moderna.</p> <p>Site: www.aguaonline.com.br</p> <p>Site: www.amigodaagua.com.br</p>

5.1.2 A importância do tema *Água* para os saberes dos alunos

Os conteúdos de Ciências Naturais a serem abordados no 2º ciclo (3ª e 4ª séries) correspondem ao Ambiente, no qual se estuda as relações entre seus elementos constituintes, especialmente o solo, o ar e a água. O tema *Água*, segundo as orientações contidas nos Parâmetros Curriculares Nacionais (SEF, 1997) para o Ensino Fundamental, na área de Ciências Naturais, está distribuído em quatro blocos temáticos: ambiente; ser humano e saúde; recursos tecnológicos; terra e universo. Os três primeiros são desenvolvidos ao longo de todo o Ensino Fundamental e o quarto é ensinado no 3º ciclo, que compreende a 5ª e a 6ª séries (SEF, 1998). De acordo com o referido documento, é com a ajuda do professor que os alunos irão investigar as relações entre água, calor, luz, seres vivos, solo e outros materiais, com vistas à compreensão dos aspectos da dinâmica ambiental, além da aproximação de diferentes conceitos das Ciências Naturais, como mistura, fertilidade, erosão, decomposição e ciclo da água.

De acordo com Bacci e Pataca (2008), o tema água deve estar presente no contexto educacional tanto na educação formal como na informal, partindo do local e

alcançando o global, onde todas as coisas podem fazer parte de um processo maior, de um sistema integrado. Dessa forma, a questão da água não pode estar centrada apenas nos usos que fazemos dela, mas na visão de que a água é um bem que pertence a um sistema maior, integrado, que possui um ciclo dinâmico sujeito às interferências humanas.

O tema *Água* foi escolhido por ser um elemento necessário a todos os seres vivos e ao planeta; por existir uma ligação direta entre água – ser vivo – ar – solo – luz – calor; por ser um recurso tão explorado e que necessita ser cuidado; por ser um tema que está presente desde as primeiras séries do Ensino Fundamental até o Ensino Médio; e por acreditar-se que seria fácil de ser trabalhado no contexto investigado. Ao planejar as aulas de Ciências, dispõe-se de diversos temas para compor o plano de ensino. No critério de seleção de um ou outro assunto, é essencial considerar os diferentes significados e os valores social e culturalmente relevantes que podem ter para o aluno, favorecendo a aprendizagem significativa. No contexto deste estudo, optou-se pelo tema *Água* com o objetivo de trabalhar conceitos científicos para que o aluno pudesse inferir a respeito da importância da água para a vida na Terra e, com isso, desenvolver bons hábitos relacionados com o seu consumo, uma prioridade social e ambiental. A água está presente na hidrosfera, na atmosfera, no solo, na composição dos seres vivos, e a vida se originou na água, isto é, nos mares aquecidos da Terra primitiva.

É importante destacar que conhecendo as propriedades químicas e físicas da água o aluno poderá compreender porque ela é essencial à vida. Assim, poderá aplicar os conceitos assimilados em outros estudos. Outro enfoque importante que deve ser dado ao estudo do tema é a análise de perturbações ambientais que levam à poluição da água, à escassez de água potável em algumas áreas e à transmissão de doenças pela ingestão ou contato com água contaminada. Neste caso, deve-se estimular o aluno a identificar situações problemas, prever efeitos das perturbações na hidrosfera e propor formas de intervenção para reduzir e controlar os efeitos negativos.

O estudo das propriedades físicas e químicas da água possibilita compreender sua natureza cíclica em todo o planeta (ciclo da água). Uma propriedade que merece destaque é o seu poder de dissolução, o que a caracteriza como solvente universal. Outro conceito importante é o de pureza da água. É necessário entender que a água pode ser considerada pura sob dois pontos de vista: o químico e o biológico. A propósito, o aluno deve ser lembrado que a quantidade de água no planeta é constante, mas sua qualidade pode ser afetada por vários fatores, dentre os quais se destaca a poluição, tanto em escala local como global. Os efeitos da poluição podem atingir áreas muito distantes do ponto inicial de contaminação, e esses efeitos geralmente trazem reflexos ao ciclo da água local ou regional, por isso sugere-se que a poluição da água seja abordada tanto pelo enfoque físico como pelo biológico.

Do ponto de vista biológico, a água é pura quando está em condições de ser ingerida, sem conter qualquer substância ou ser vivo que possa prejudicar a saúde de quem a consome. A água potável, aquela que se usa para consumo, deve também conter sais minerais necessários à saúde. É necessário explicar que nas estações de tratamento a água passa por processos físicos e químicos, ao passo que o tratamento doméstico costuma ser muito mais físico do que químico. Os processos domésticos mais

comumente utilizados são a filtração e a fervura, mas em muitas ocasiões é conveniente recorrer a substâncias químicas, cujo uso deve merecer orientação especial por parte de profissionais da área de saúde. Existem substâncias, geralmente à base de cloro, que são utilizadas em gotas dentro de potes, talhas, moringas e outros tipos de vasilhames domésticos. Os serviços de saúde também orientam quanto ao uso de substâncias à base de cloro nas caixas d'água das residências. A água potável é, assim, pura do ponto de vista biológico, diferente da água quimicamente pura, que se obtém por destilação.

Quanto aos estados físicos da água, é importante explicar que, quando no nível do mar, a temperatura de ebulição da água é 100°C. A água se mantém nessa temperatura ao longo do processo de ebulição, isto é, enquanto existir a fase líquida. Essa temperatura depende da pressão atmosférica local. Quanto maior a altitude, ou seja, a altura em relação ao nível do mar, menor a pressão atmosférica. E quanto menor a pressão atmosférica, menor a temperatura de ebulição da água. Assim, com a redução da pressão atmosférica, a mudança da água de líquido para vapor é mais rápida. Este é um processo que, para ser entendido, exige a construção de conceitos pouco conhecidos dos alunos. Portanto, é importante criar estratégias didáticas potencialmente significativas, que façam os alunos avançar no conhecimento. É necessário também explicar sobre a temperatura de solidificação e fusão, que sofre pequenas alterações com a diminuição da pressão atmosférica, tornando-se ligeiramente menor do que 0°C, que é a temperatura de fusão e solidificação no nível do mar. Uma mistura de água e sal possui temperatura de solidificação/fusão mais baixa do que a da água. A uma mesma temperatura, a água pode estar em estado sólido e a água com sal em estado líquido.

O desafio é oferecer ao aluno, durante todo o evento educativo, a oportunidade de avaliar a quantidade de água existente na Terra, sua importância para os seres vivos e o uso que dela é feito pelo ser humano. No sentido de enfatizar a extrema dependência do ser humano em relação à água – para beber, fazer a higiene pessoal e da moradia, preparar alimentos, irrigar a agricultura, utilizar na indústria, etc. – deve-se discutir com os alunos a problemática do confronto entre necessidade e disponibilidade de água no planeta. É recomendável enfatizar os rios brasileiros e a importância deles para a economia e para a vida, não somente do ser humano, mas dos seres vivos em geral. Neste particular, vale destacar a relação entre rios e florestas e sua importância para o ciclo da água. Ao discutir a problemática do uso da água, deve-se destacar a preservação dos mananciais hídricos, assim como a destruição da vegetação em suas nascentes e margens. Na discussão a respeito dos mananciais que fornecem a água a ser consumida pela população, valorizar o abastecimento da localidade e o tipo de tratamento mais adequado.

Apropriando-se desses saberes de forma significativa o aluno poderá desenvolver as seguintes competências:

- compreender fenômenos, mobilizando as capacidades de interpretação de modelos, de textos e de outros possíveis recursos;
- elaborar registros escritos ou relatos orais a respeito do tema em estudo, mobilizando a capacidade de interpretação de gráficos, experimentos e textos;

- elaborar hipóteses, mobilizando a capacidade de interpretar dados e de identificar situações problemas;
- questionar a realidade e formular soluções, mobilizando as capacidades de raciocínio lógico e de análise crítica;
- contribuir para a melhoria do meio ambiente, a partir da percepção da interação que existe e entre o ser humano e o ambiente;
- valorizar e adotar hábitos saudáveis, priorizando a saúde pessoal e coletiva e a qualidade de vida.

Entretanto, permitir ao aluno dar significado aos conceitos favorecedores dos conhecimentos científicos sobre o tema *Água* exige organizar todo o conteúdo do programa de ensino, fazendo uso do processo de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa (Moreira & Masini, 2008). A diferenciação progressiva permite organizar o conteúdo a partir dos conceitos e proposições mais gerais (inclusivos) do tema e, progressivamente, diferenciá-los levando em conta seus detalhes e especificidades, enquanto a reconciliação integrativa sugere explorar relações entre os conceitos ou ideias, visando apontar semelhanças e diferenças, detalhes e exemplos.

Foi elaborado, pela pesquisadora, um mapa inicial sobre o tema *Água* (fig. 3), com os conceitos a serem abordados durante o evento educativo. Este mapa serviria de base para avaliar a evolução conceitual dos alunos nos mapas elaborados durante a intervenção pedagógica. A criação de um mapa de referência possibilita identificar o quão próximo ou distante os alunos estão do tema proposto para o ensino e aprendizagem.

5.2 O processo de intervenção

No **primeiro encontro**, foram apresentados slides de vários tipos de mapas conceituais, em diferentes contextos. Durante esta apresentação, à medida que era mostrado o slide de um mapa, perguntava-se aos alunos qual era o conceito/ideia principal. Alguns deles perceberam que a ideia principal aparecia sempre em primeiro plano quando o mapa era hierárquico. Explicou-se que o mapa conceitual surgiu na década de 1970 e que para ensinar e aprender sobre este instrumento recorre-se às sugestões do seu criador: Joseph Novak. Foi-lhes lembrado que eles já haviam feito atividades relacionadas aos mapas conceituais e alguns recordaram, citando os trabalhos com o verso e a poesia. A pesquisadora escreveu no quadro de giz frases simples como: *A casa que fica no alto do morro tem janelas e portas azuis; Na hora do lanche a comida e a bebida são servidas em copos e pratos de plástico; A sala de aula não é grande, tem duas janelas e uma porta*, para que delas fossem selecionados a ideia central, os conceitos/ideias mais gerais, os conceitos/ideias mais específicos e exclusivos, as palavras de ligação. Os treze alunos participaram deste momento com entusiasmo.

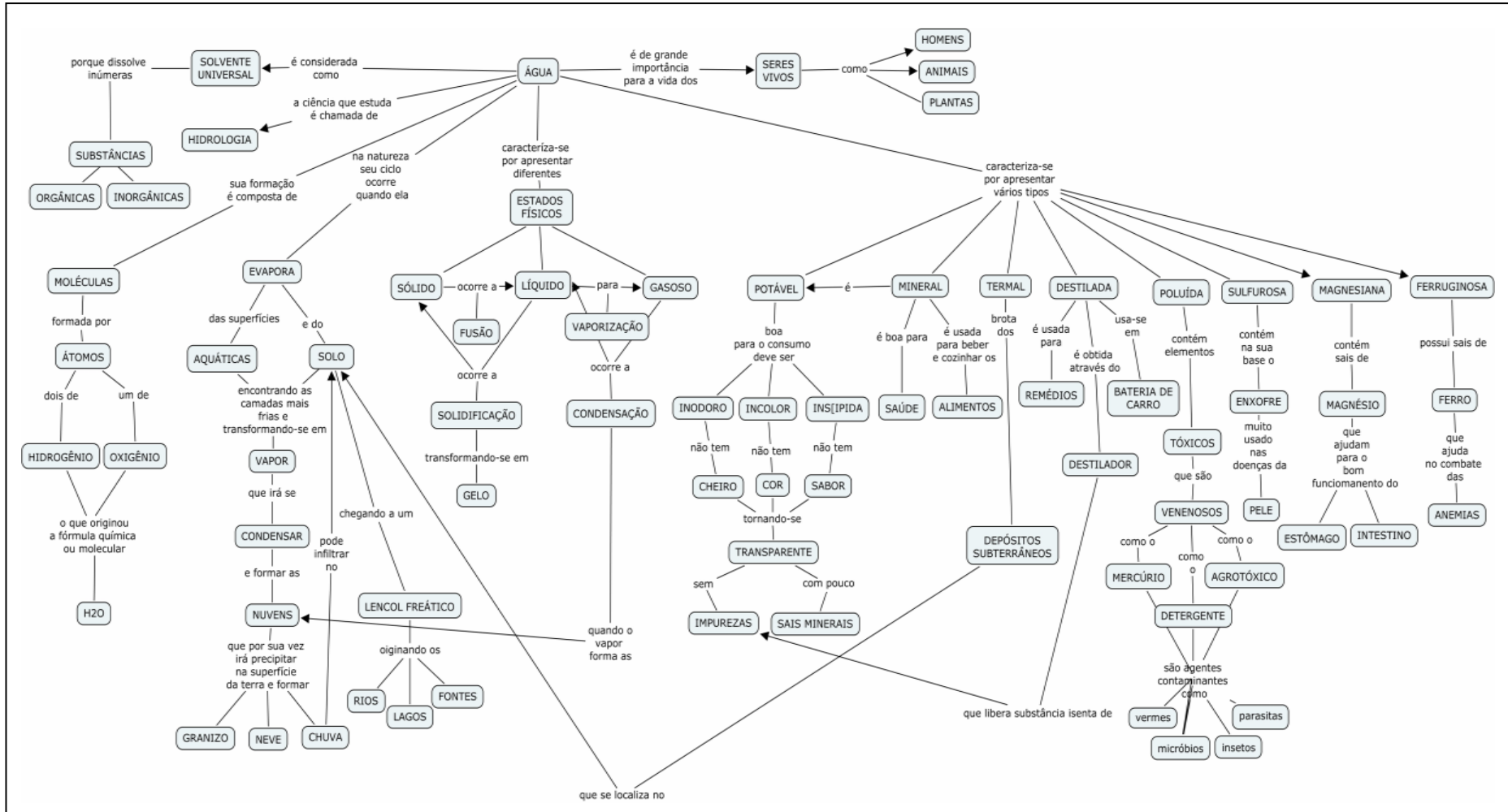


Figura 3: Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Água (I)

No **segundo encontro** foi trabalhado um tópico do livro-texto cujo tema era Água e a seguinte pergunta foi feita pela professora: “O que vocês sabem sobre o tema Água”? Ocorreu uma chuva de ideias/palavras ditas pelos alunos: “vem da chuva, do açude, do filtro, serve para beber, água da cacimba, pra tomar banho, pra fazer comida, matar a sede...”. Uma nova pergunta foi feita: “Qual a importância da água para os seres vivos”? Várias respostas surgiram: “sem ela não haveria vida na terra”, “sem água não teria peixes nos rios”, “morreríamos de sede”. Estas e outras palavras foram escritas no quadro. Em seguida houve a seleção dos conceitos/ideias e das palavras de ligação e elaborou-se um pequeno mapa de conceitos coletivo sobre a água, com a ajuda dos alunos, no quadro de giz. Com o desenho do mapa no quadro perguntou-se qual era a ideia principal. Eles disseram que era *água* e esta palavra foi circulada com o giz de cor vermelha. Em seguida foram lidas as expressões formadas entre dois conceitos/ideias unidos pela palavra de ligação e perguntou-se se aquela expressão/frase fazia sentido para eles ali no mapa. A intenção era fazer com que percebessem a união entre dois conceitos/ideias, se formava uma “frase” que fazia sentido e que partia da ideia principal.

Após a atividade de construção do mapa, a investigadora perguntou: “Vocês disseram que a água vem da chuva, serve pra beber, tem na cacimba... vocês acham que estes são aspectos gerais da água? Silêncio... A investigadora continuou insistindo e perguntou se alguém poderia dizer um aspecto que fosse geral para a água. Silêncio... Então ela indagou: “Quando digo que a água existe em todo o mundo, isso é geral ou específico?” Apenas um aluno respondeu: “É geral, professora.” Ela tentou ir mais adiante e perguntou: “Por que você acha isso?” Silêncio... não houve resposta.

O diagnóstico inicial, com cinco perguntas sobre o tema água, foi aplicado de forma oral, porque os alunos tinham dificuldades com a leitura e a escrita, sendo as respostas anotadas no caderno de observação da pesquisadora: 1) *Por que a água é importante para os seres vivos?* 2) *Onde podemos encontrar a água?* 3) *Cite duas utilidades da água.* 4) *Como podemos saber se a água é boa para beber?* 5) *Quais são os cuidados que devemos ter com a água?*

No **terceiro encontro** foram apresentados em linhas gerais os tópicos sobre o tema a ser estudado que constavam do livro-texto: importância da água para os seres vivos; origem; composição química; definição do termo; tipos de água; estados físicos; ciclo da água; utilidades e tratamento. A atividade seguinte foi com a audição da música *Planeta Água* de Arantes (1993), sendo feita uma discussão participativa sobre a mensagem que a música havia transmitido. Em seguida foi distribuída uma folha em branco para que cada aluno fizesse o primeiro mapa conceitual sobre a água, sem consultar nenhum material, sendo solicitado que descrevessem o que tinham feito em seus mapas.

A professora, então, iniciou o desenvolvimento do conteúdo sobre “a importância da água no planeta terra”, explicando que era imprescindível para o desenvolvimento dos seres vivos e que sem ela não haveria vida na terra; relacionando-a aos mares, oceanos, rios, lagos; enfatizando a escassez de água na região Nordeste do Brasil, em Pernambuco. Em seguida os alunos abriram o livro e leram o texto. Foi

perguntado como eles percebiam a importância da água para o meio ambiente. Nas respostas se referiam ao ambiente escolar, à sua casa, ao seu mundo, enquanto um ou outro conseguiu perceber a água e o meio ambiente sob um enfoque mais geral: “se a água do mundo acabar todo povo vai sofrer”. Um aluno comentou sobre a música que haviam escutado há pouco tempo.

A professora explicou a formação da água a partir dos átomos dos elementos químicos que iriam se unir dando origem à molécula de água, segundo a fórmula química desenhada por ela no quadro para explicar aos alunos, que se mantinham calados, observando o que dizia. Falou sobre os “tipos de água”, pedindo que dessem exemplos. Alguns alunos participaram e deram exemplos. A explanação sobre os estados físicos da água foi o momento de maior participação. A professora colocou em cima da mesa uma forma com gelo, uma chaleira contendo água em ebulição e um copo com água no estado líquido para exemplificar os três “estados físicos” da água e as mudanças de um para outro. Os alunos liam, discutiam, perguntavam, recebiam orientação da pesquisadora para marcar os principais conceitos/ideias no livro-texto, circulando os mais gerais, sublinhando os mais específicos, assinalando as palavras de ligação.

No **quarto encontro**, antes de iniciar um novo tópico, a professora fez uma breve revisão do que haviam estudado na aula anterior. Em seguida pediu aos alunos que abrissem o livro-texto e disse: “Na aula de hoje nós vamos falar sobre a formação das nuvens e da chuva”. Perguntou aos alunos:

— O que é a chuva para vocês?

— Eu sei professora... é quando o sol esquenta... não é? (A1)³

— Esquenta o quê?

— O chão [ele estava se referindo à terra, ao solo] e a água... aí ela evapora... subindo pro céu. (A1)

— E quando chega no céu? O que acontece?

Silêncio... a professora insistiu:

— O que tem no céu?

— Nuvem, é a nuvem... vai pra nuvem e depois cai a chuva. (A1)

— Muito bem, A1! Alguém mais gostaria de dizer alguma outra coisa? [Silêncio total, ninguém disse nada].

Então a professora disse: “Vamos ver como acontece a chuva, gente? É mais ou menos assim como A1 falou.” Ela começou a explicar como ocorre a chuva, gerando o ciclo da água na natureza, utilizando alguns recursos visuais para exemplificar o que dizia. Houve uma discussão sobre a formação das nuvens e da chuva e seleção dos conceitos, palavras de ligação e exemplos no livro-texto. Em todos os encontros em que foram tratados os conteúdos específicos da água, a pesquisadora pediu aos alunos que sublinhassem em seus livros os conceitos mais importantes que se referiam ao tópico estudado.

³ Os cinco alunos deste estudo serão identificados pelos códigos A1, A2, A'1, A'2, A'3.

No **quinto encontro**, como de costume, a professora fez uma breve revisão do conteúdo anterior e em seguida pediu que guardassem seus livros e cadernos para fazer uma atividade individual e sem consulta. Construíram o segundo mapa conceitual sobre os conteúdos estudados até aquele momento. Enquanto elaboravam seus mapas, solicitaram várias vezes a presença da professora e da pesquisadora em suas mesas para esclarecer dúvidas, ajudar a lembrar algum conceito. Quando terminaram, transcreveram seus mapas para uma cartolina, para apresentá-los. Os alunos estiveram muito participativos, alguns empolgados por apresentar seu mapa, outros preocupados com a timidez e com o que os colegas diriam.

No **sexto encontro** a professora fez uma breve revisão e em seguida trabalhou o tópico “utilidades e tipos de água”, utilizando o livro-texto. Foram elaborados cartazes sobre o tópico, utilizando recortes de revistas, em pequenos grupos. Após essa atividade, cada grupo apresentou seu cartaz, explicando o que tinha feito. Os cartazes continham em geral fotos de diversas utilidades da água como: lava-jato, piscina, lavadora de roupas, embarcações na praia, pessoas bebendo água em garrafas plásticas, copos com sucos de frutas, uma cozinha com torneira, garrafas com refrigerantes, entre outras. Nestas apresentações dois alunos chamaram a atenção, com o seu cartaz que tinha como título “As Utilidades da Água”. Na cartolina havia fotos de várias frutas como manga, melancia, laranja, uva, maçã, e um caju desenhado e colorido por eles, porque não encontraram uma imagem da fruta nas revistas pesquisadas. No momento da apresentação disseram: “[...] A água é importante para as frutas porque sem a água nós morreremos de sede... se não tem água, vai ao pé e chupa uma fruta que mata a sede.” Percebeu-se a ênfase desse grupo na importância da água para a manutenção dos seres vivos. Quando indagados se conheciam outras utilidades da água, responderam: “Conhecer a gente conhece, mas todo mundo já colocou e igual ao nosso ninguém colocou ainda”.

No **sétimo encontro**, antes de iniciar o estudo, a professora pediu que eles falassem sobre o “tratamento da água” da casa deles. Dos alunos presentes a esta aula apenas dois tinham água encanada, e esta não era tratada. Os outros alunos tinham poço (também conhecido como cacimba) em suas casas. Eles não sabiam dizer o tipo de tratamento, mas um deles citou a substância “cloro” que era usada em casa por sua mãe. Perguntou-se se eles possuíam filtro de barro como o que havia na escola e todos fizeram sinal positivo com a cabeça. Após esta conversa inicial, foi dito aos alunos que a água que abastece as cidades vem dos poços, rios, barragens, açudes, represas e que essa água não serve para beber, por isso ela vai para as estações de tratamento e só depois de tratada e limpa é distribuída para toda a cidade. Só se deve beber água fervida ou filtrada.

No **oitavo e último encontro** a professora fez um breve resumo do que tinha sido estudado nos sete encontros anteriores e em seguida pediu-se aos alunos que elaborassem um mapa conceitual do que eles haviam aprendido sobre a água. Enquanto faziam seus mapas, alguns chamavam para saber se os conceitos/ideias estavam certos,

ou se a palavra de ligação podia ser a que escreveu ou não. Ao encerrar os mapas, os alunos explicaram o que haviam feito. Foi, então, realizada uma discussão geral dos cinco mapas feitos pelos alunos que participaram de todas as atividades. Aplicou-se também o questionário avaliativo sobre os mapas conceituais e foi realizada a entrevista semiestruturada.

5.2.1 Apresentação dos mapas conceituais durante o conteúdo

Neste segmento será abordada a apresentação de um mapa conceitual elaborado durante o ensino do conteúdo sobre a água. O aluno (A1) iniciou sua apresentação apontando a régua sobre o conceito água e a partir daí foi explicando: “A água serve para lavar...”. Nesse momento ele parou e perguntou para a pesquisadora: “Pode dizer pra que serve professora”? A pesquisadora respondeu: “Sim, claro, pode falar.” Por não ter escrito estes conceitos/ideias em seu mapa, ele pensou que não podia acrescentar durante a apresentação, embora isso já houvesse sido mencionado anteriormente. Então ele continuou: “para lavar pratos, a casa, a escola e quando chove a água molha a terra e cresce o feijão, o milho... um monte de coisa”. Ele então parou e ficou meio em dúvida de onde retomar, até decidir: “A água vem do rio, pode vir também do açude, aí ela vai, evapora, vem a nuvem e cai a chuva... ela serve também pra gente beber, só que ela deve estar limpa, sem sujeira. Pronto, acabei.”

Após a apresentação de A1 a pesquisadora fez várias observações, como, por exemplo, os verbos que o aluno usou como se fossem conceitos. Um comentário foi em relação à seta que saía de “terra” para “feijão”, tendo como palavra de ligação “crescendo”. Ela perguntou a A1: “Você vê sentido na ligação que fez?”. Enquanto isso, os outros alunos que ainda não haviam apresentado ficavam olhando e comentavam baixinho entre eles coisas relacionadas aos seus próprios mapas. A pesquisadora fez outro tipo de ligação e acrescentou: “fazendo crescer o” (palavras de ligação); feijão e milho (exemplos). Aos poucos o mapa de A1 desenhado no quadro de giz foi ganhando nova estrutura, novos conceitos e disposição das linhas.

O aluno A1 apresentou em classe um ritmo de aprendizagem diferenciado dos demais alunos da terceira série. Seus conhecimentos e suas estruturas cognitivas estavam passando por mudanças lentas, que foram percebidas no mapa final. A conversa com esse aluno sobre vários assuntos, como o conteúdo trabalhado sobre a água, revelou que ele consegue expressar verbalmente seus conhecimentos. Apesar de estar sempre presente às aulas e disposto a realizar as atividades, ele demonstra uma grande preocupação com assuntos alheios ao seu aprendizado, como o cuidado dispensado ao seu irmão na classe multisseriada em que estuda ou as atividades domésticas que realiza em sua casa antes e depois da escola.

A apresentação e uso dos mapas conceituais neste contexto de ensino parecem ter gerado maior interesse e motivação pela aprendizagem por parte dos alunos. No entanto, as ideias centrais não foram priorizadas. É possível que o resultado tivesse sido melhor se a pesquisadora e a professora tivessem selecionado – juntamente com

os alunos – os conceitos centrais do tema água. Apesar da faixa etária avançada para o nível de ensino que cursavam, os sujeitos desta investigação estudavam em uma classe multisseriada e apresentavam dificuldades na leitura e na escrita. Talvez, com essa seleção prévia, os alunos tivessem conseguido refletir mais sobre – ou atentar para – a (inter)relação entre os conceitos e a organização lógica da estrutura conceitual do tema ensinado (água). Alguns alunos disseram que não lembraram, outros que era muito assunto para eles guardarem, ainda assim a maioria deles evoluiu conceitualmente.

5.3 A progressão dos mapas conceituais

5.3.1 Análise dos mapas MCI

O conjunto inicial dos cinco mapas revela que os alunos não possuíam em seus conhecimentos prévios subsunçores apropriados para o estudo do tema proposto. Embora eles tenham apresentado um grande número de conceitos, boa parte destes eram inválidos, como se vê na tabela 1. Da mesma forma, houve um esforço no sentido de fazer ligações entre os conceitos, entretanto, elas resultaram em poucas proposições válidas, seja pelo uso de verbos ou outras palavras inadequadas como conceitos/ideias, seja pela ausência de conectores. Foi dada pouca atenção à hierarquia entre os conceitos e não houve ligações cruzadas, nem citação de exemplos.

Três alunos (A1, A'2, A'3) tiveram seus mapas conceituais iniciais classificados como *regulares*, apresentando hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integradora consideradas *médias*. Apesar de terem 46% de conceitos inválidos, eles apresentaram conceitos relevantes, ainda que não fossem os centrais da matéria de ensino. Os mapas dos outros dois alunos (A2, A'1) foram classificados como *deficientes*, com hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integradora *baixas*. Em suas estruturas cognitivas não existiam conceitos/ideias/palavras relevantes para o tema que seria estudado. O caso que chama mais a atenção é o do aluno A'1, cujo trabalho não foi considerado mapa conceitual, pois apenas descreveu uma sequência linear de eventos, sem conseguir escrever conceitos/ideias prévias sobre o tema água.

Os cinco alunos usaram como conceito/ideia principal a “água”. Os alunos A1 e A2 registraram conceitos comuns de seus cotidianos como “terra, planta, feijão, roupa, limpa, banho e pé”. Além destes, trouxeram como conceitos/ideias os verbos “cozinhar, beber, lavar”, que são ações praticadas por eles no seu dia a dia. Os alunos A'2, A'3 trouxeram também verbos como conceitos: “beber, matar, desperdiçar, lavar roupa e tomar banho”. Porém, eles colocaram em seus mapas alguns conceitos/ideias sobre a água não tão comuns como os apresentados pelos alunos A1 e A2, demonstrando possuir alguma noção além do que fazem no seu cotidiano: “rio, micróbios, limpa, doce, salgada, animais, plantas, ser humano, solo, subsolo, barreiro”.

Tabela 1

Qualidade dos mapas MCI, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

Crítérios	A1	A2	A'1	A'2	A'3
Hierarquia Conceitual	M	B	B	M	M
Total de Conceitos	9	5	10	12	11
Conceitos Válidos	5	3	1	7	6
Total de Proposições	8	4	9	11	10
Proposições Válidas	4	3	-	3	4
Relações Cruzadas	-	-	-	-	-
Exemplo	-	-	-	-	-
Diferenciação Progressiva	M	B	B	M	M
Reconciliação Integrativa	M	B	B	M	M
Qualidade do Mapa	MR	MD	MD	MR	MR

Nota. A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

5.3.2 Análise dos mapas MCII

O segundo conjunto de mapas conceituais, construídos no quinto encontro, já revela uma apreciável evolução na estrutura cognitiva dos alunos no que se refere ao tema estudado. Excetuando-se o caso do aluno A2, cujo mapa foi ainda classificado como deficiente, os demais apresentaram hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa *médias*. A maior parte dos conceitos, bem como das proposições, foi válida (ver tabela 1). Apenas um aluno (A'1) adicionou exemplos e outro (A1) estabeleceu uma ligação cruzada. O aluno A'1, cuja produção inicial não foi considerada mapa conceitual, por não atender aos critérios estabelecidos por Novak e Gowin (1999), apresentou uma evolução surpreendente, construindo um mapa classificado como *bom*.

Dois alunos (A'1, A'2) registraram conceitos relevantes, gerais, específicos e centrais do tema em estudo: “cheiro, cor, gosto, fresca, transparente, solvente universal, magnésiana, ferruginosa, mineral, saúde, termal, destilada, misturas, microorganismos, H₂O, sais minerais, sulfurosa, magnésiana”. Todos os seus conceitos, apesar de numerosos (16 e 17), foram válidos e as proposições formadas por meio das palavras de ligação também se mostraram válidas. Os alunos A1 e A'3 trouxeram alguns conceitos relevantes, porém não eram os centrais da matéria de ensino: “doce, salgada, solo, chove, rio, evapora, nuvem, terra, feijão”. Utilizaram verbos (“beber, lavar”), adjetivos (“limpa, importante”) e advérbio (“sempre”) como conceitos, o que resultou num percentual ainda elevado de conceitos e proposições inválidos em seus mapas.

Já o aluno A2, que teve seu mapa conceitual classificado novamente como *deficiente*, apresentou apenas um conceito válido, sem conseguir formar nenhuma

proposição correta. A baixa aprendizagem constitui um dos pontos mais discutidos do processo de aquisição dos conceitos da matéria que se deseja ensinar, em qualquer contexto escolar brasileiro. Dessa forma, este aluno não foge à regra. Notadamente, a aprendizagem conceitual dele é incipiente para o nível de escolaridade em que se encontra, não demonstrou avanço em sua estrutura cognitiva, nem predisposição para aprender.

Tabela 2

Qualidade dos mapas MCII, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

Critérios	A1	A2	A'1	A'2	A'3
Hierarquia Conceitual	M	B	M	M	M
Total de Conceitos	10	5	16	17	13
Conceitos Válidos	7	1	16	17	6
Total de Proposições	10	4	15	16	12
Proposições Válidas	6	-	15	16	6
Relações Cruzadas	1	-	-	-	-
Exemplo	-	-	2	-	-
Diferenciação Progressiva	M	B	M	M	M
Reconciliação Integrativa	M	B	M	M	M
Qualidade do Mapa	MR	MD	MB	MB	MR

Nota. A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

5.3.3 Análise dos mapas MCIII

Nesse conjunto final de mapas conceituais (tabela 3), três alunos construíram mapas classificados como *bons*. Os alunos A'1 e A'2 mantiveram o nível dos mapas que realizaram durante o estudo e o aluno A1 apresentou uma expressiva evolução em relação ao seu mapa anterior. Eles incluíram em seus mapas conceitos relevantes, gerais, específicos e centrais do tema em estudo. O aluno A'3, com um mapa *regular*, continuou a apresentar verbos como conceitos/ideias e ausência de conectores, o que resultou na invalidação de 50% do total de proposições formuladas. A hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa situaram-se no nível médio nos quatro mapas. Nenhum deles registrou ligações cruzadas ou citação de exemplos.

O mapa apresentado pelo aluno A2 não foi considerado como mapa conceitual, por não atender aos critérios mínimos necessários. Este aluno demonstrou, durante todo o processo de intervenção, não possuir dois requisitos necessários para que o processo de aprendizagem significativa ocorresse: subsunçores adequados em sua estrutura cognitiva e predisposição para aprender.

Tabela 3

Qualidade dos mapas MCIII, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

Crítérios	A1	A2	A'1	A'2	A'3
Hierarquia Conceitual	M	B	M	M	M
Total de Conceitos	10	4	14	17	14
Conceitos Válidos	9	-	14	17	10
Total de Proposições	9	3	13	16	13
Proposições Válidas	9	-	12	16	8
Relações Cruzadas	-	-	-	-	-
Exemplo	-	-	-	-	-
Diferenciação Progressiva	M	B	M	M	M
Reconciliação Integrativa	M	B	M	M	M
Qualidade do Mapa	MB	MD	MB	MB	MR

Nota. A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

5.3.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas

Os mapas conceituais elaborados nos três momentos diferentes do processo de ensino evidenciam as mudanças que ocorreram nas estruturas cognitivas dos alunos com relação ao tema água. Nos mapas construídos *antes* da intervenção, de acordo com os critérios adotados para o enquadramento nas categorias descritas, verificou-se que nenhum dos cinco alunos conseguiu elaborar MB; dois alunos (40%) elaboraram MD e os outros três (60%) enquadraram-se na categoria MR, demonstrando possuir alguns conhecimentos básicos sobre a matéria de ensino, que poderiam servir de ancoradouro para o novo conhecimento. De acordo com Ausubel (2002), se esse conhecimento prévio modificar-se em função dessa ancoragem, formará um subsunçor altamente elaborado, resultando em aprendizagem significativa.

Nos mapas conceituais referentes ao segundo momento, *durante* a intervenção, verifica-se que dois alunos (40%) elaboraram MB, enquanto outros dois construíram MR e o último apresentou MD. A situação apresentada evidencia um avanço na aprendizagem conceitual e uma resposta positiva em relação ao instrumento utilizado. A ocorrência de resposta positiva a determinado material de aprendizagem demonstra o seu potencial significativo, condição que o torna relacionável à estrutura cognitiva do aluno e, havendo subsunçores disponíveis, favorece a aprendizagem significativa (Masini & Moreira, 2008).

Quanto aos mapas conceituais elaborados no terceiro momento, *depois* da intervenção, a análise das categorias indica um aumento de MB de 40% para 60%, com três alunos elaborando mapas bons. Um dos alunos que haviam apresentado MR no segundo momento conseguiu avançar na elaboração de seu mapa conceitual, passando para a categoria MB. Comparando-se os resultados do terceiro momento com os do primeiro, verifica-se que três alunos (A1, A'1 e A'2) evoluíram, elaborando mapas

enquadrados na categoria MB, enquanto os outros dois permaneceram no mesmo nível apresentado no início, com mapas avaliados como MD (A2) e MR (A'3). No entanto, embora tenha permanecido na mesma categoria, o aluno A'3 registrou uma melhoria no seu mapa, com aumento no número de conceitos e proposições válidos.

A análise dos mapas elaborados nos três momentos do processo de ensino e aprendizagem, feita para os cinco alunos de modo geral, mostra que nos primeiros mapas eles apresentaram conhecimentos de principiantes, enquanto um apresentou um desenho que não foi considerado mapa. Já no segundo momento, os mapas demonstraram que estava havendo uma modificação nas suas estruturas cognitivas, ao assimilar novos conceitos e ao tentar diferenciá-los, obedecendo à hierarquia conceitual, partindo do conceito mais geral para o mais específico. Os conceitos válidos e proposições formadas válidas foram aumentando nos três momentos dos mapas elaborados. Não ocorreram relações cruzadas nem foram citados exemplos. A hierarquia, a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, embora tenham apresentado evolução, mantiveram-se no nível médio.

Cabe destacar aqui a riqueza que foi a apresentação oral do segundo mapa desses alunos. Apesar da timidez de alguns, durante as apresentações disseram muito mais do que tinham incluído em seus mapas. Provavelmente em função da dificuldade que possuíam na escrita, ao descreverem seus mapas foram muito além do que estava no desenho.

Tabela 4

Resultado geral da qualidade dos três mapas, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

Alunos	MCI (antes)			MCII (durante)			MCIII (depois)		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
A1	-	1	-	-	1	-	1	-	-
A2	-	-	1	-	-	1	-	-	1
A'1	-	-	1	1	-	-	1	-	-
A'2	-	1	-	1	-	-	1	-	-
A'3	-	1	-	-	1	-	-	1	-
TOTAL	-	3	2	2	2	1	3	1	1
%	-	60	40	40	40	20	60	20	20

Nota. MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

5.4 Análise interpretativa dos mapas conceituais

Neste tópico são analisados três conjuntos de mapas conceituais realizados *antes, durante e depois* do estudo do tema Água, por três alunos da 3ª e 4ª séries selecionados pela pesquisadora. Esses mapas mostram exemplos da evolução do significado dos conceitos/ideias dos alunos sobre o tema estudado.

Após ter sido elaborado o Plano de Ensino, a pesquisadora construiu um mapa conceitual sobre a água, a partir dos conteúdos que seriam trabalhados durante os oito encontros com os alunos, com a intenção de utilizá-lo como orientação para o ensino do tema (figura 3). Entretanto, ao longo do trabalho ficou evidente o quanto este mapa inicial da pesquisadora estava distante da realidade deles, não atendendo satisfatoriamente à sua finalidade.

Diante deste fato, com a consciência de que ensinar de acordo com os princípios ausubelianos requer atenção aos conhecimentos prévios dos alunos para, a partir deles, selecionar as ideias centrais dos conteúdos que serão ensinados, a pesquisadora elaborou um segundo mapa (figura 4), mais simples e próximo do que é adequado para ensinar aos alunos da 3ª e 4ª séries sobre a água. Os mapas conceituais dos alunos investigados foram analisados de acordo com os conteúdos propostos para o tema, conforme ilustrado no segundo mapa conceitual da pesquisadora. Este mapa não tem a intenção de criar um modelo de avaliação unidirecional, mas sim de representar os diversos conceitos envolvidos e suas relações.

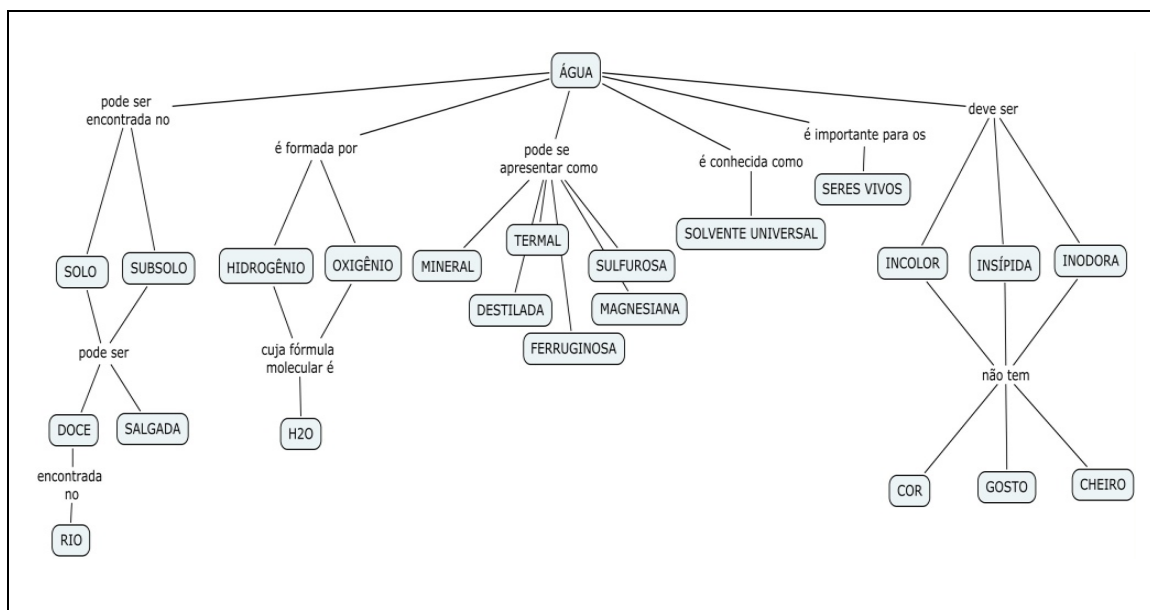


Figura 4: Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Água (II)

5.4.1 Caso 1: aluno A1

O mapa inicial (figura 5) revela que este aluno possui conhecimentos prévios simples quando forma as proposições: “água serve para molhar o feijão”; “água é boa para cozinhar”; “água serve para molhar a planta”; “água serve para lavar roupa”; “água é boa para beber”; “água é boa para lavar”. Embora as palavras de ligação “serve para” e “é boa para” não criem proposições, elas são repetidas. Em alguns momentos ele se equivoca ao formular as proposições: “beber serve para molhar a terra”; “lavar deve ser limpa”.

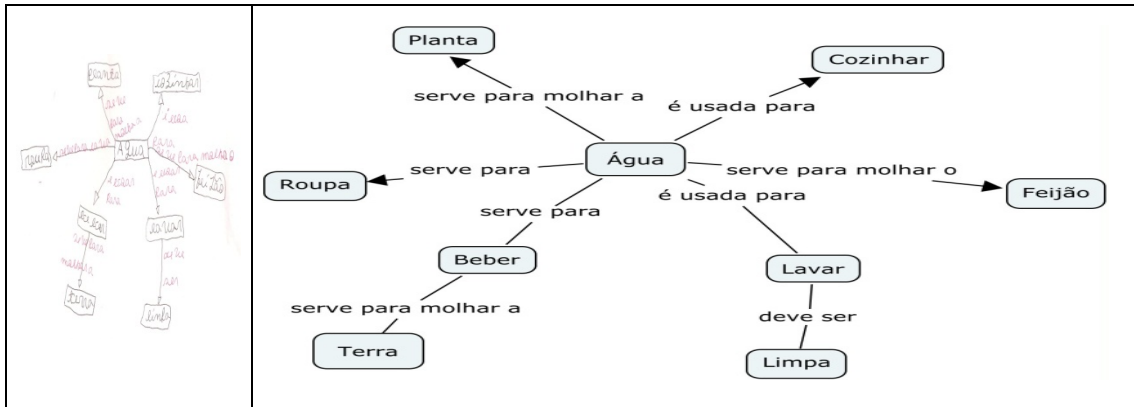


Figura 5: Mapa Conceitual I (A1) - Mapa Regular

Dos nove conceitos/ideias mostrados em seu mapa, cinco foram considerados válidos: água, planta, feijão, terra e limpa. Os conceitos/ideias “roupa, beber, lavar e cozinhar” representam exemplos do que pode ser feito com a água, embora os três últimos sejam verbos. Os conceitos/ideias ainda não estão bem integrados e são pouco hierarquizados, ou seja, identifica-se o conceito mais inclusor, que é a “água”, mas não se encontram no mapa os conceitos subordinados, os específicos, observam-se apenas alguns exemplos. Os conceitos/ideias deste aluno ainda estão por ser construídos.

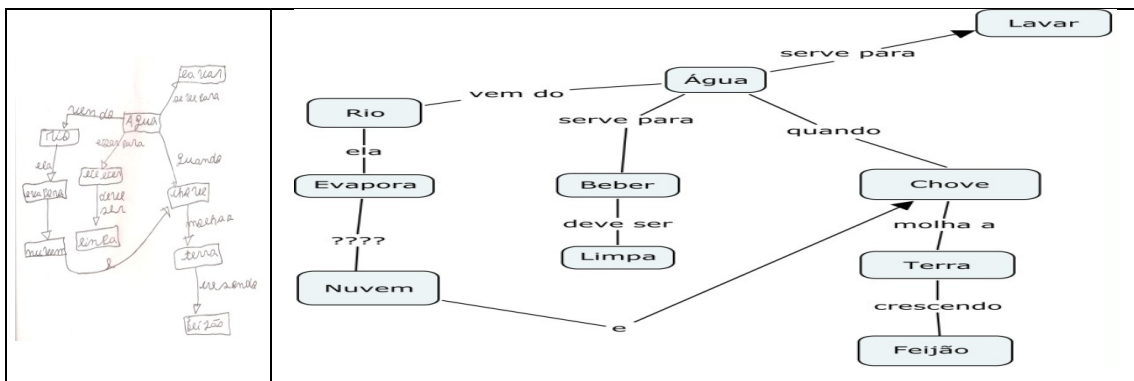


Figura 6: Mapa Conceitual II (A1) - Mapa Regular

O segundo mapa (figura 6) mostra que o conhecimento está mais estruturado, revelando indícios de aprendizagem em construção. Ele tenta fazer uma relação importante, utilizando um conceito subordinado ao ciclo da água, que consta de três fases: evaporação, condensação e precipitação. O aluno usa o conceito específico “evaporação”, que tem acima dele o exemplo “rio” e abaixo o exemplo “nuvem”; em seguida faz uma ligação cruzada entre “nuvem” e “chuva”. A explicação dele foi: “[...] a água do rio ela vai evaporar e subir pra nuvem e depois vem a chuva”. Os conceitos “terra, rio, evapora, nuvem, chuva” são novos em relação aos trazidos no mapa inicial. Durante o estudo do tema, houve um pequeno diálogo entre a professora e este aluno sobre como ocorre a chuva, e ele trouxe esta informação para o seu mapa. A disposição dos conceitos não revela preocupação com a hierarquia, que foi considerada *média*, assim como a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa.

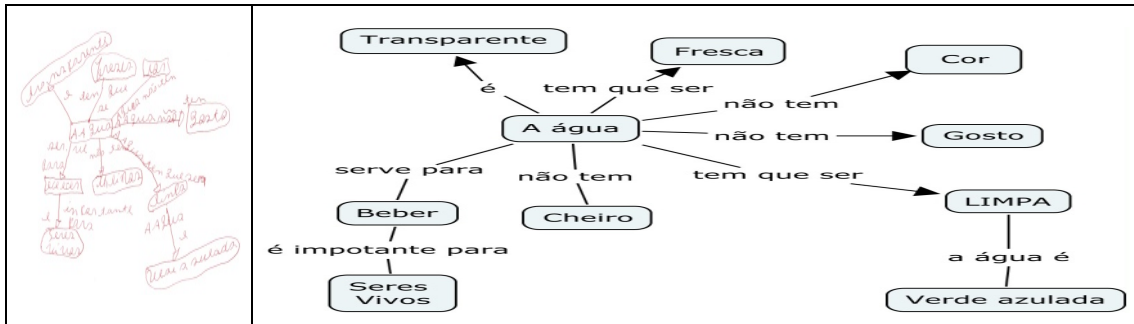


Figura 7: Mapa Conceitual III (A1) - Mapa Bom

No terceiro mapa (figura 7), ele consegue formar a ideia de que o principal aspecto relacionado à água, do qual advêm todos os outros, é a sua importância para a vida na Terra. Assim, apresenta um dos conceitos/ideias centrais do tema estudado – “seres vivos” –, mas não obedece a uma ordem hierárquica definida. Os conceitos válidos e relevantes e as proposições válidas tiveram um aumento significativo em relação aos mapas anteriores. Apesar de não ter sido estabelecida nenhuma relação cruzada neste mapa final, fica demonstrada a capacidade do aluno em assimilar, diferenciar e integrar as novas informações. Este aluno traz alguns conceitos específicos que deveriam estar subordinados a conceitos gerais que não aparecem no mapa. Não estão presentes no mapa conceitos gerais importantes, como os estados físicos da água (sólido, líquido e gasoso), e conceitos específicos como, por exemplo, os tipos de água (mineral, termal, ferruginosa, magnesiana). Ainda assim, este mapa foi considerado bom, demonstrando significativa evolução do aluno em relação aos dois primeiros mapas.

5.4.2 Caso 2: aluno A'1

O mapa inicial deste aluno (figura 8) não representa um mapa de conceitos. É uma sucessão linear de palavras com certo encadeamento lógico, que se inicia pelo conceito mais inclusor “água” e inclui alguns verbos: “beber”, “poluir”, “serve”. Este mapa apresenta fragilidade e inconsistência, demonstrando que o aluno não dispõe de subsunçores adequados para o tema que será estudado. Em sua estrutura cognitiva não possui conceitos/ideias que possam ser relacionados ao conteúdo que será desenvolvido.

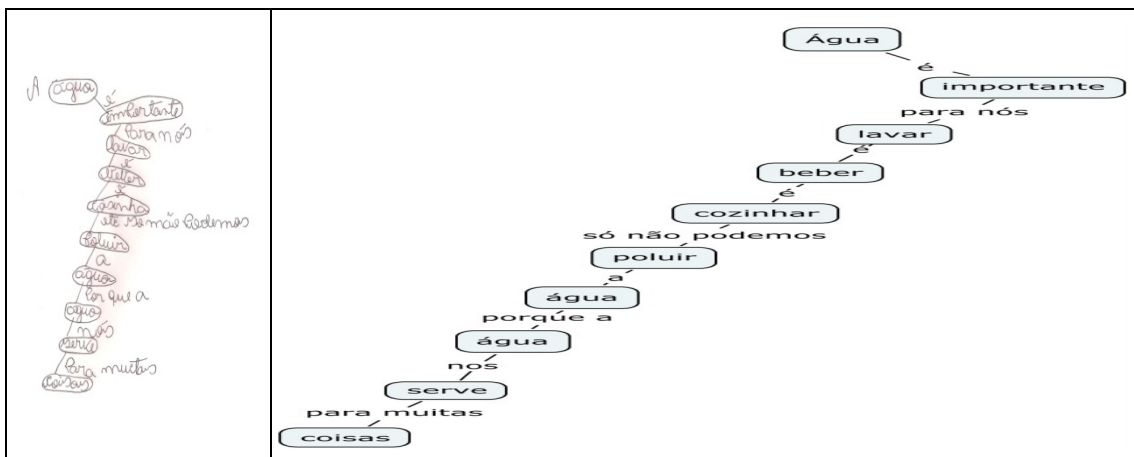


Figura 8: Mapa Conceitual I (A'1) - Mapa Deficiente

O segundo mapa (figura 9) apresenta como conceito geral “a água”, seguido de vários conceitos relevantes da matéria de ensino. Observa-se que o aluno não utilizou neste mapa nenhum dos conceitos usados em seu mapa prévio. Ele estabeleceu uma hierarquia, ao colocar o conceito “água” no centro como o mais geral e inclusivo, dando-lhe significado a partir das características físicas da água potável, que se encontram do lado esquerdo do mapa. Foram incluídos os tipos de água existentes na natureza e o aluno faz algumas reconciliações integradoras quando, por exemplo, afirma que a água pode ser “mineral” e exemplifica com “magnésiana” e “ferruginosa”. Quando indagado sobre o porquê da água mineral vir seguida desses dois exemplos explicou: “A água mineral pode conter mais ferro, e são chamadas de ferruginosas, ou mais magnésio e serem chamadas de magnésianas.” Há duas generalizações neste mapa: uma, quando classifica a água como solvente universal e a outra, quando diz que sua fórmula é H_2O , ou seja, todo e qualquer tipo de água possui essas duas características gerais.

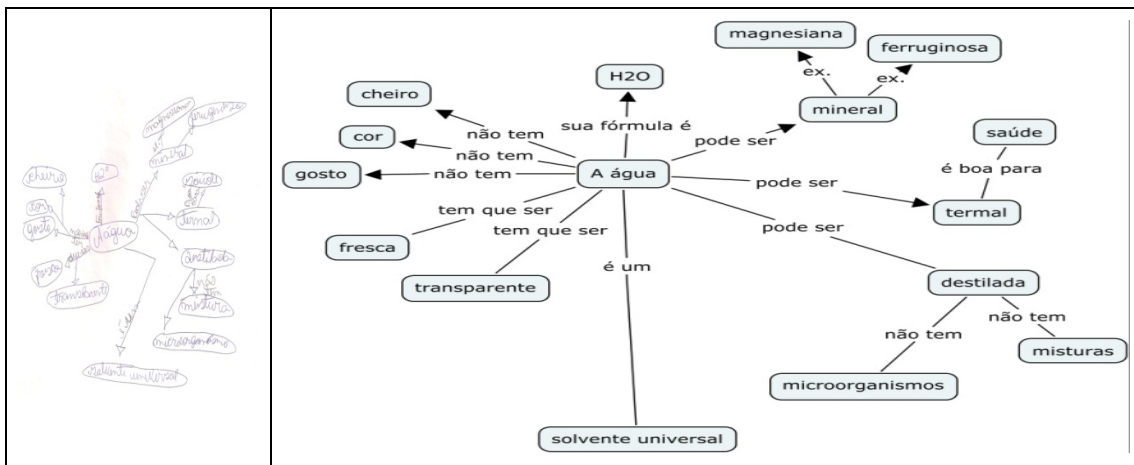


Figura 9: Mapa Conceitual II (A'1) - Mapa Bom

A construção final (figura 10) mostra um avanço em relação ao mapa anterior, com a inclusão de conceitos novos relevantes e uma estrutura mais refinada. Observa-se, tanto no mapa II quanto no mapa III, que este aluno está conseguindo diferenciar aspectos importantes relacionados ao tema, como os diversos tipos de água existentes, as diferentes origens, sua ação benéfica e sua composição química, conceitos estes que são específicos da matéria de ensino. A evolução em relação ao seu primeiro mapa é muito expressiva.

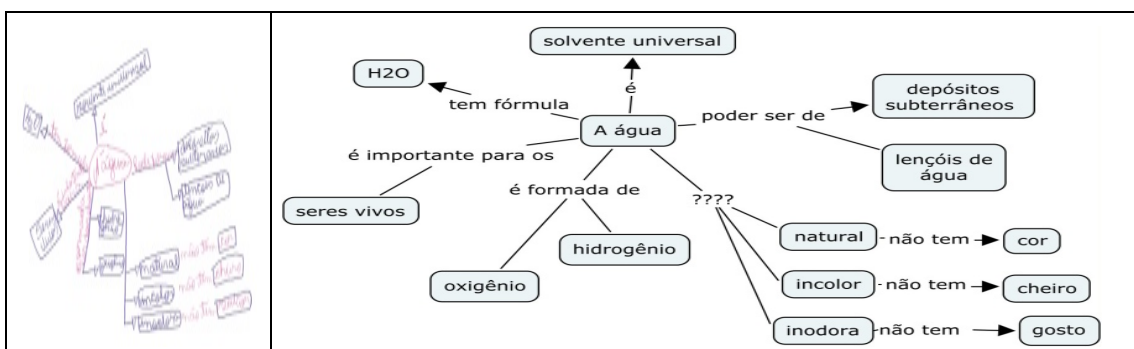


Figura 10: Mapa Conceitual III (A'1) - Mapa Bom

5.4.3 Caso 3: aluno A'2

O mapa inicial (figura 11) mostra uma estrutura aparentemente hierárquica na disposição dos círculos, mas ao observar as palavras contidas dentro deles constata-se que o aluno teve dificuldade em hierarquizar os conceitos. Seus conhecimentos prévios são pouco científicos, mas estão bem elaborados. O aluno demonstra possuir subsunçores que podem ser modificados e melhorados no decorrer do ensino. Chama a atenção quando se refere aos “micróbios”, mas equivoca-se ao utilizar “podem” como palavra de ligação e o verbo “matar” como conceito. Dos doze conceitos apresentados, sete foram considerados válidos. O mapa foi considerado regular, por não apresentar os conceitos centrais da matéria de ensino e ter diversas proposições consideradas inválidas.

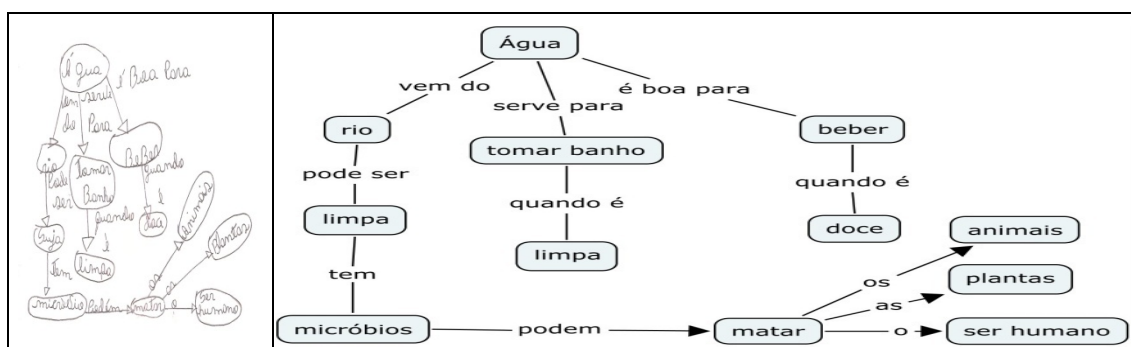


Figura 11: Mapa Conceitual I (A'2) - Mapa Regular

A figura 12 mostra um mapa estruturado em torno do seu núcleo central, constituído pelo conceito mais geral e inclusor “água”. Houve um grande avanço no número de conceitos citados, os quais foram todos considerados válidos, assim como as proposições formuladas, embora tenha havido repetição dos conectores. O aluno não utilizou conceitos relevantes que constavam do seu mapa inicial, como “animais, plantas, ser humano, micróbio e rio”, que ele poderia ter relacionado a este mapa. Apesar de demonstrar dificuldade em estabelecer uma boa hierarquia, detectando os conceitos subordinados e mais específicos, o aluno revela estar se apropriando de novas informações.

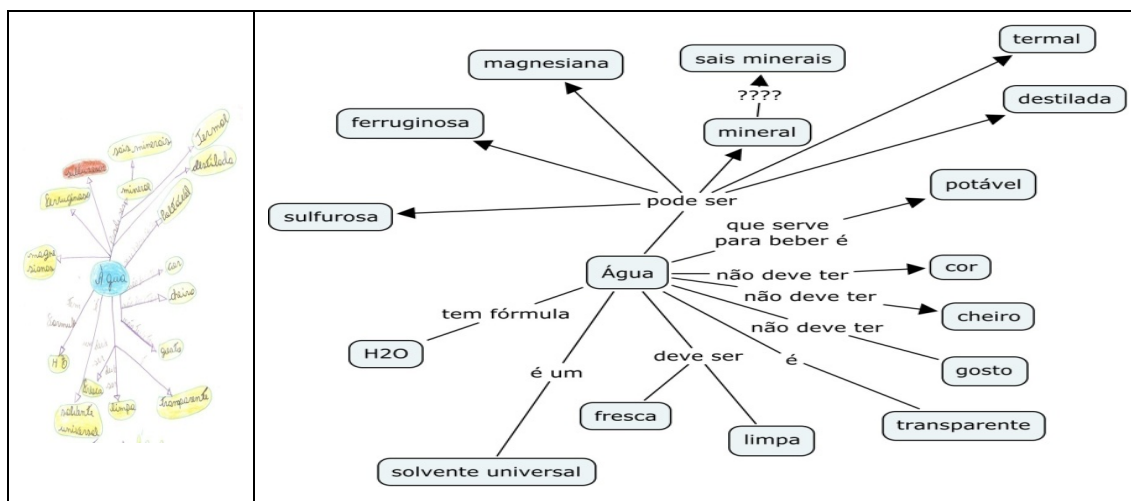


Figura 12: Mapa Conceitual II (A'2) - Mapa Regular

No mapa final (figura 13), verifica-se que o número de conceitos permanece igual ao do mapa anterior, porém, alguns são novos. Assim como no mapa II, todos os conceitos e proposições foram considerados válidos. Notadamente, o que diferencia este terceiro mapa é a melhoria na estrutura hierárquica. Este aluno demonstrou possuir algum conhecimento prévio em seu primeiro mapa e apresentou uma boa evolução conceitual. Está havendo uma modificação na sua estrutura cognitiva ao assimilar novos conceitos e ao tentar diferenciá-los, obedecendo à hierarquia conceitual, partindo do mais geral para o mais específico.

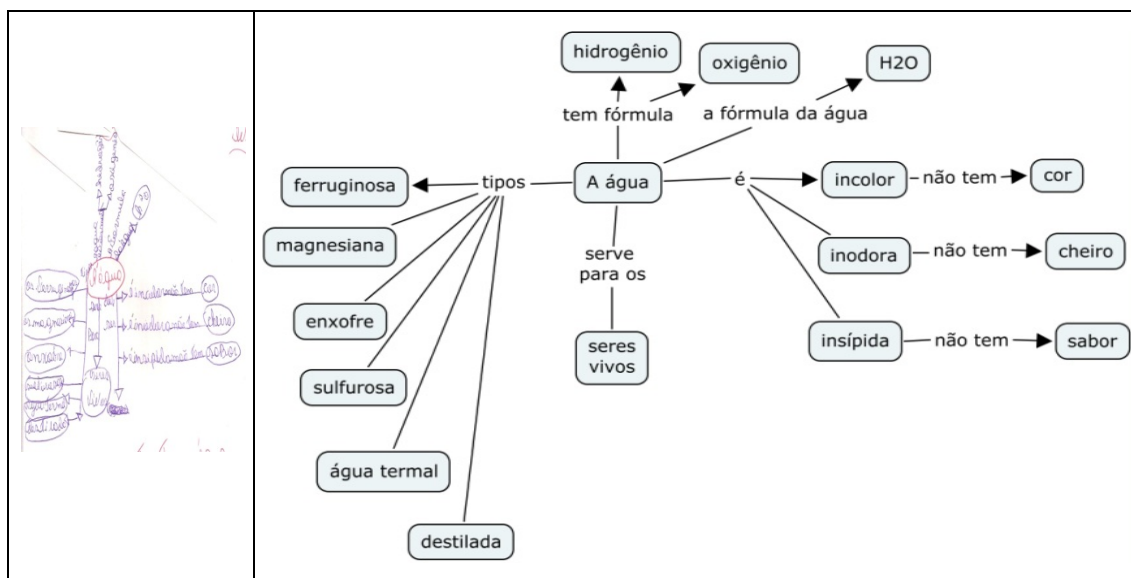


Figura 13: Mapa conceitual III (A'2) - Mapa Bom

5.5 Evolução dos conceitos nos três mapas

Os conceitos presentes nos Mapas II e III foram analisados em relação ao primeiro conjunto de mapas de conceitos construídos pelos cinco alunos, tomados como representativos dos seus conhecimentos prévios. A qualidade dos conceitos e suas respectivas relações permitem dizer se a inserção dessa ferramenta otimizou o ensino do tema Água. Assim, se a análise comparativa dos mapas de conceitos revelar que os conceitos presentes nos Mapas II e III são qualitativamente melhores que os do Mapa I, pode-se tomar esse resultado como evidência de que o ensino foi potencialmente significativo e, portanto, favoreceu a captação de significados.

A análise da evolução dos conceitos nos três mapas construídos nos diferentes momentos (I, II, III) mostra que a quantidade e a variedade de conceitos presentes nos mapas aumentou ao longo do ensino. Os Mapas III totalizaram 25 conceitos/ideias, sendo cinco coincidentes com os surgidos no Mapa I. Dos 20 conceitos novos, 11 já estavam presentes no Mapa II, assim, o Mapa III apresenta 9 conceitos totalmente novos. Por sua vez, no Mapa II surgiram 15 conceitos que não estavam presentes no Mapa I.

Observam-se quatro conceitos comuns aos três mapas, os quais, embora pertençam à matéria de ensino, não são conceitos centrais. A seguir são relacionados esses conceitos, com os números equivalentes às quantidades de citações, respectivamente nos mapas I, II e III: “solo” (1, 1, 1), em referência à origem da água; “limpa” (1, 1, 1), como característica da água apropriada para consumo; “doce” (2, 1, 1) ou “salgada” (1, 1, 1), relativamente às características da água encontrada na natureza.

Os 11 conceitos exclusivos dos Mapas II e III, cuja origem também foi relacionada com o ensino desenvolvido, são apresentados na ordem em que foram citados, com a informação da quantidade de alunos que o fizeram (o primeiro número corresponde ao Mapa I e o segundo ao Mapa II): “H₂O”, referindo-se à fórmula molecular da água (2, 4); “odor” (2, 5), “transparente” (2, 5) e “gosto” (2, 3), relativos às características de a água potável não possuir, respectivamente, cheiro, cor e sabor; “termal” (2,3), “destilada” (2,3), “sulfurosa” (1,2), “magnésiana” (2,3) e “ferruginosa” (2, 3), referentes aos tipos de água existentes; “solvente universal” (2, 2) e “chuva” (2, 1), no que diz respeito à presença da água no planeta. Os nove conceitos exclusivos do Mapa III apresentam natureza distinta da diagnosticada no primeiro encontro: “ser vivo” (3 alunos), “depósito subterrâneo” (1), “lençóis d’água” (2), “hidrogênio” (2), “oxigênio” (2), “inodoro” (3), “incolor” (2), “insípida” (1), “verde-azulada” (1).

Mesmo sem debruçar-se detalhadamente nas hierarquias estabelecidas entre esses conceitos nos mapas, a análise autoriza a dizer que os cinco alunos em sua maioria utilizaram, captaram e compartilharam alguns conceitos e expressaram parte dos significados ensinados. Observa-se que os conceitos presentes apenas no Mapa I correspondem a características pontuais do tema Água. Por outro lado, as análises comparativas dos mapas revelaram que os conceitos presentes no Mapa II eram qualitativamente melhores do que os do Mapa I, resultado que mostra uma possível evidência de que o ensino foi potencialmente significativo e favoreceu a captação de alguns significados. Do mesmo modo, a melhor qualidade dos conceitos citados no Mapa III constitui um indicador de sucesso do evento.

Os alunos apresentaram intencionalidade para aprender significativamente. A falta de familiaridade com os mapas conceituais pode explicar parte da diversidade de conceitos encontrados, pois os alunos, de forma geral, sentiram dificuldades de incluir nos novos mapas os conceitos que já haviam sido utilizados nos mapas anteriores. Segundo as falas de todos eles, “pensavam que não deveriam repetir conceitos de mapas anteriores”. É evidente que o uso dos mapas de conceitos pode ajudar os alunos a monitorizar e a controlar a sua aprendizagem. Porém, observou-se, nos mapas feitos e apresentados pelos alunos, que existiam ideias confusas. Segundo Mintzes *et al.* (2000, p. 86) “as ideias confusas não são sinal de más ideias, é um aviso que diz: Cuidado! Conhecimento em construção”. As práticas na realização dos mapas conceituais podem ajudar os alunos a separar as ideias boas das más e a exercitar as ambiguidades no pensamento.

Tabela 5

Evolução qualitativa e quantitativa dos conceitos nos três mapas, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

Conceitos		Número de citações			
Categorias	Subcategorias e Exemplos	MCI	MCH	MCHH	
Importância	Ser vivo	-	-	3	
	Homem – Ser humano	1	-	-	
	Animais	1	-	-	
	Plantas	2	-	-	
Origem	Solo	1	1	1	
	Subsolo	1	-	1	
	Formação	Depósito subterrâneo	-	-	1
		Lençóis d'água	-	-	2
Composição química	Átomos de Hidrogênio – H ₂	-	-	2	
	Átomos de Oxigênio – O ₂	-	-	2	
	Fórmula molecular – H ₂ O	-	2	2	
Estados Físicos	Sólido	-	-	-	
	Líquido	-	-	-	
	Gasoso	-	-	-	
Características	Sem cheiro / odor	-	2	3	
	Sem cor – transparente	-	2	3	
	Sem sabor / gosto	-	2	1	
	Inodora	-	-	3	
	Insípida	-	-	1	
	Incolor	-	-	2	
Para consumo deve ser	Limpa	2	2	1	
	Fresca	-	2	-	
	Potável	-	1	-	
	Ter sais minerais	-	1	-	
	Isenta de micro-organismos / micróbios	1	1	-	
Tipos Existentes	Mineral	-	2	-	
	Termal	-	2	1	
	Destilada	-	2	1	
	Sulfurosa	-	1	1	
	Magnésiana	-	2	1	
	Ferruginosa	-	2	1	
Como é encontrada	Chuva	-	2	1	
	Pode ser doce	2	1	1	
	Pode ser salgada	1	1	1	
	Rio	1	1	-	
	Barreiro	1	-	-	
Utilidades	Solvente universal	-	2	2	
	Lavar Roupas	2	-	-	
	Tomar Banho	1	1	-	
	Molhar Terra	1	1	-	
Cor (em grande quantidade)	Verde azulada	-	-	1	
Total de conceitos citados		14	23	25	
Total de conceitos novos em relação ao Mapa I		-	15	20	
Total de conceitos novos comuns aos Mapas II e III		-	11	-	

5.6 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual

No final da intervenção, os cinco alunos responderam a um questionário cujo objetivo era analisar suas impressões sobre a inserção dos mapas conceituais no cotidiano das aulas e, mais especificamente, sobre a influência da ferramenta no seu processo de aprendizagem. A avaliação foi positiva. Os cinco revelaram ter sentido satisfação não só em realizar as atividades relacionadas aos mapas conceituais como também em conhecer uma nova técnica que os auxiliou em suas aprendizagens.

O aluno A'2, embora não tivesse demonstrado satisfação durante as atividades realizadas com mapa conceitual, ao responder à primeira pergunta, sobre o que havia achado do uso dos mapas conceituais, disse que “foi muito bom”. Na resposta à segunda pergunta, todos mencionaram como dificuldade a própria técnica de elaboração dos mapas conceituais, o que corrobora a importância do trabalho continuado com esta ferramenta com vistas à sua familiarização. O aluno identificado como A2 falou que sua dificuldade “é na hora de organizar o pensamento”. Em relação à terceira pergunta, os cinco apontaram como vantagem a eficácia dos mapas conceituais na construção do conhecimento e enfatizaram o seu caráter facilitador para a compreensão de outros conteúdos trabalhados durante as atividades. Com relação à possibilidade de uso dos mapas em outras disciplinas (quarta pergunta), todos se manifestaram favoravelmente.

Os cinco alunos participaram de livre e espontânea vontade da entrevista semiestruturada. Nas respostas à primeira pergunta, apenas o aluno A2 declarou não ter apreciado elaborar e apresentar os mapas conceituais, confessando não gostar de estudar. Esta colocação contradiz a sua resposta à primeira pergunta do questionário avaliativo, citada acima. Cabe lembrar aqui que ele foi o único que não apresentou evolução nos mapas elaborados, construindo mapas deficientes nos três momentos. Com relação aos benefícios das atividades realizadas com mapas, os cinco alunos relataram que entenderam melhor o tema e estavam aprendendo a resumir e a se concentrar. Entretanto, acharam a atividade difícil e queriam ter feito mais mapas. Como diferença entre a metodologia anterior e a atual, que fez uso do mapa conceitual, apontaram o fato de terem que participar ativamente. A maioria revelou preferência por fazer mapa sozinho. Finalmente, os alunos disseram que gostariam de praticar mais esse tipo de atividade em sala de aula. De acordo com Stow (1997), o mapeamento conceitual possibilita aos alunos analisar o progresso de sua própria aprendizagem, o que é fundamental para a promoção da aprendizagem significativa.

CAPÍTULO 6

ESTUDO 2: 5^a SÉRIE – SOLO

O estudo 2 foi realizado com um grupo de alunos da 5ª série, correspondente ao 3º ciclo do antigo Ensino Fundamental II. O objetivo foi investigar se os mapas conceituais favoreceriam a aprendizagem significativa desses alunos em Ciências Naturais. A intervenção foi realizada abordando o tema *Solo*, tópico específico do conteúdo da disciplina. O público alvo da pesquisa foi composto por 39 alunos matriculados na 5ª série “A”, com idades entre 9 e 13 anos, sendo 13 meninos e 26 meninas. Deste total foram selecionados 16 alunos (7 meninos e 9 meninas), que participaram de todas as atividades desenvolvidas na pesquisa. As aulas aconteceram no horário escolar, em 14 encontros, com duração total de 17 horas e 30 minutos.





6.1 Preparação da intervenção

6.1.1 Plano de Ensino

Na rotina comum da sala de aula os alunos tinham aulas expositivas acompanhadas de discussões sobre os conteúdos do livro-texto e de atividades como pesquisas e elaboração de cartazes. Os mapas conceituais foram a principal alteração nesta rotina. O ensino foi planejado e organizado da forma que consta do quadro 5. O planejamento das aulas voltadas especificamente para o estudo do Solo foi realizado com base no diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema, a partir do pré-teste e da elaboração e apresentação dos mapas iniciais.

Quadro 5

Plano de Ensino do Estudo 2

   		
PLANO DE ENSINO		
DISCIPLINA: Ciências Naturais	TURNO: Vespertino	TURMA: 5ª série A
Professora titular: Aleksandra Marcelino da Silva Professora investigadora: Conceição Aparecida Soares Mendonça		
Tema: Solo		
Conteúdo <ul style="list-style-type: none"> • Origem e formação do solo (fatores que agem na formação do solo: clima, relevo e seres vivos). • Componentes do solo: partículas sólidas (areia, argila, humo), água e ar. • Tipos de solo (arenoso, argiloso e húmico). • Modificação do solo (adubação orgânica, inorgânica, irrigação, drenagem, calagem). • O solo e a manutenção da vida (ciclo de movimentação de nutrientes nas plantas). 		

<p>Objetivos conceituais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender o processo de formação do solo. • Conhecer e identificar os componentes do solo. • Diferenciar os tipos de solo. • Compreender a importância do solo para as práticas agrícolas. • Identificar as modificações naturais e artificiais do solo.
<p>Objetivos procedimentais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar e executar experimentos. • Coletar informações para análise. • Registrar dados de observação relacionando conceitos.
<p>Objetivos atitudinais</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorizar a observação como fonte de informação. • Conscientizar-se do seu papel na preservação do ambiente. • Respeitar e valorizar a opinião do outro e do grupo. • Demonstrar interesse pela ciência e pela natureza.
<p>Estratégias</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico sociocultural do aluno. • Levantamento das concepções prévias do aluno sobre o tema. • Discussão oral e coletiva. • Leitura e discussão de textos elaborados. • Leituras e seleção de conceitos nos textos e no livro didático. • Elaboração de experimentos simples com montagens de modelos. • Trabalhos de pesquisa bibliográfica, individuais e em grupo. • Elaboração e apresentação de cartazes. • Entrevista a agricultor da região. • Confecção de mapas conceituais. • Aplicação de entrevista semiestruturada.
<p>Sequência didática</p> <p>1º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 01.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da pesquisadora e diálogo com os alunos com a finalidade de conhecer a diversidade sociocultural da turma. • Explicação sobre a realização da pesquisa seguida da autorização e participação dos alunos. • Apresentação em linhas gerais da importância da aprendizagem significativa. • Introdução ao ensino de mapas conceituais: apresentação em slides de vários tipos de mapas em diferentes contextos. • Explicação em linhas gerais do que são mapas conceituais e como devem ser construídos. <p>2º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 02.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Escolha do tema para elaborar um mapa como exemplo. • Elaboração de um mapa conceitual em conjunto com a turma no quadro de giz. • Explicação dos elementos que compõem o mapa. <p>3º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 08.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Complementar explicação sobre o mapa construído na aula anterior. • Levantamento dos conhecimentos prévios por meio de cinco questões. • Apresentação e discussão sobre a importância do tema <i>Solo</i>. <p>4º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 09.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Discussão das respostas sobre os conhecimentos prévios (pré-teste). • Apresentação do cronograma de sequência das aulas futuras.

- 5º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 15.08.2006):
- Elaboração do primeiro mapa conceitual sobre o tema *Solo* (individual e sem consulta).
 - Observação e discussão sobre os primeiros mapas conceituais construídos.
 - Orientação para pesquisa (durante as aulas), na biblioteca, sobre a origem e formação do solo.
- 6º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 16.08.2006):
- Sequência da pesquisa, na biblioteca, sobre a importância do solo na vida das plantas.
- 7º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 22.08.2006):
- Leitura e interpretação do 1º texto: “Solo e atividades Agrícolas”, como introdução do conteúdo.
 - Leitura e interpretação do 2º texto: “Tudo depende do solo”.
- 8º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 23.08.2006):
- Estudo sobre os componentes do solo.
 - Estudo sobre os tipos de solo e orientação para elaboração do 1º modelo (maquete).
 - Orientação para elaboração do 2º modelo (maquete) sobre o solo e as atividades agrícolas.
 - Atividades realizadas sobre a formação do solo.
- 9º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 29.08.2006):
- Elaboração do 2º mapa conceitual individual.
 - Apresentação dos mapas conceituais (por sorteio).
- 10º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 30.08.2006):
- Apresentação e discussão sobre a importância do fenômeno do “vulcanismo” na formação do solo, utilizando como estratégia um desenho de uma paisagem natural.
 - Leitura e interpretação do 3º texto: “Vulcanismo e formação do solo”.
 - Seleção e organização de materiais para a montagem do terceiro modelo (maquete) de um vulcão (próxima aula).
 - Atividades realizadas sobre os componentes do solo.
- 11º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 05.09.2006):
- Elaboração do vulcão (atividade externa à sala de aula).
 - Explicação e discussão sobre o mecanismo de atividade do vulcão.
 - Aplicação da avaliação final, composta de cinco questões.
 - Organização e seleção de perguntas para entrevista a um agricultor da região (pesquisa extraclasse).
- 12º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 06.09.2006):
- Saída da escola para entrevistar um agricultor da região. A entrevista foi composta por cinco perguntas: 1) *Qual o tipo de solo existente na localidade?* 2) *Quais os tipos de vegetais mais comuns na localidade?* 3) *Qual o tipo de “lavoura” (plantio) que você cultiva?* 4) *Como é preparado o solo para o plantio?* 5) *Como é feita a irrigação ou “aguação” do solo?*
- 13º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 12.09.2006):
- Elaboração do 3º mapa conceitual (individual e sem consulta).
 - Apresentação do terceiro mapa conceitual.
 - Avaliação dos conhecimentos através do pós-teste.
- 14º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 13.09.2006):
- Aplicação do questionário avaliativo sobre os mapas conceituais.
 - Apresentação e discussão sobre a maquete de tipos de solo.
 - Apresentação e discussão sobre a maquete representando o solo e as atividades agrícolas.
 - Encerramento das atividades.
- 15º Encontro:
- Realização da entrevista semiestruturada com dois alunos sorteados.

<p>Recursos Materiais</p> <p>Textos xerocopiados, revistas, jornais, cartolinas, lápis de cor, régua, tesoura, cola, caneta hidrográfica, livros didáticos, caderno, materiais diversos para elaboração de modelos, retroprojektor ou datashow, prancheta, etc.</p>
<p>Procedimentos de Avaliação</p> <p>A avaliação levará em conta: o processo vivenciado pelo aluno durante as atividades, sendo consideradas suas atitudes frente ao compromisso com seu processo pessoal de aprendizagem e com o trabalho coletivo em sala de aula; o produto, ou seja, o resultado de trabalhos solicitados – na observação da participação dos trabalhos em parceria e/ou pequenos grupos e nos testes, provas e mapas conceituais (antes, durante e depois do processo).</p>
<p>Bibliografia básica para o aluno</p> <p>Barros, C. & Paulino, W. (2006). <i>Ciências: o meio ambiente</i> (5ª série, 3a ed.). São Paulo: Ática.</p> <p>Costa, A. (2006a). <i>Ciências e interação</i> (vol. 6). Curitiba: Positivo.</p> <p>Gewandsznajder, F. (2006a). <i>Ciências: a vida na Terra</i> (6a série, 2a ed.). São Paulo: Ática, pp.187-200.</p> <p>Loma, V. C., Lima M. R., Sirtoli, A. E., Souza, L. C. P., & Mello, V. F. (2002). <i>Projeto solo na escola: o solo como elemento integrador do ambiente no ensino fundamental e médio</i>, v. 7, n. especial, Expressa Extensão. CD-ROM.</p> <p>Trivellato, J. et al. (2006). <i>Ciências, natureza & cotidiano: criatividade, pesquisa, conhecimento</i>. São Paulo: FTD. (Coleção natureza & cotidiano).</p>
<p>Secretaria de Educação Av. Rui Barbosa, nº. 1.401 Heliópolis – Fone: (087) 3762- 7062 Fax: (087) 3762-7060 CEP- 55.297.050 – Garanhuns – PE</p>

6.1.2 A importância do tema *Solo* para os saberes dos alunos

Segundo Lepsch (2002), “[...] Dokouchaiev reconheceu o solo como um corpo dinâmico e naturalmente organizado que pode ser estudado por si só, tal com as rochas, as plantas e os animais”. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais, no terceiro ciclo do Ensino Fundamental (5ª e 6ª séries) é possível a retomada ou a introdução dos estudos sobre os solos já apontados no segundo ciclo, onde se enfoca a possibilidade de os alunos estudarem a composição, as condições de fertilidade e erosão ou a preservação de solos de diferentes origens. No terceiro ciclo, os estudos das características dos solos estão voltados à compreensão da sua profunda integração com o regime de chuvas, com a formação do relevo e da vegetação e com as decorrências da ocupação humana nos biomas brasileiros (SEF, 1998, p. 71).

Assim, neste ciclo, o estudo do solo deve ser relacionado com outros processos ou fenômenos estudados, contextualizando a sua importância como componente fundamental à manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais e procurando integrar os conhecimentos adquiridos e aprofundar o tema sob o enfoque interdisciplinar. Embora o assunto apresente alguma dificuldade para ser compreendido pelo aluno, optou-se pela abordagem inicial do conteúdo sobre a origem e formação do solo, devido ao elo que o mesmo apresenta com a estrutura interna e externa do planeta Terra, tema unificador deste conteúdo com os conteúdos subsequentes (SEF, 1998). Acredita-se também que o conteúdo relacionado aos fatores que agem na formação do

solo – como o clima, o relevo e os seres vivos – vai de encontro aos saberes cotidianos do aluno, de acordo com o que defendem Ausubel *et al.* (1980) e Moreira (2006a). Na região em que residem os alunos, o clima e o relevo interferem de forma marcante na constituição do solo, atuando desfavoravelmente sobre a produção de alimentos e a manutenção da flora e da fauna.

É importante que o aluno possa adquirir e se apropriar de informações potencialmente significativas sobre os tipos de solo, processos de degradação e ações de conservação, de modo a compreender que o seu comportamento e das outras pessoas precisam ser modificados para garantir a manutenção da vida. Sabe-se que a falta de conhecimento contribui para uma postura favorável à degradação e a poluição do solo, interferindo nas práticas agrícolas (Branco, 2003). Portanto, é necessário gerar interesse pelo tema, a partir de discussões centradas nos conhecimentos prévios do aluno (Ausubel *et al.*, 1980), para então introduzir conhecimentos científicos.

As discussões em torno da questão ambiental fazem parte do cotidiano das pessoas através dos meios de comunicação, segundo Muggler, Almeida, Mol, Franco e Monteiro (2004). Todavia, esses meios na maioria das vezes partem de uma visão simplista da problemática, estreitando a responsabilidade pelos impactos ambientais à população como um todo, o que torna incompleto o conhecimento do ambiente e seus componentes por grande parte das pessoas, especialmente no que se refere ao solo. Afirmam ainda que é necessária a realização de trabalhos que busquem ampliar a percepção do solo como um componente essencial do meio natural e humano, podendo assim ser usado como um instrumento na Educação Ambiental.

A justificativa para o que foi afirmado por Muggler *et al.* (2004) está nas palavras de Ruellan (1988), quando diz que é sobre os solos que o homem constrói suas moradias, retira seu alimento, trabalha, trava suas lutas, além de neles depositar todos os resíduos gerados por suas atividades. Camargo (1998) fala que o uso do solo (agrícola, industrial e urbano) de forma inadequada tem trazido a degradação deste recurso, como a poluição através do acúmulo de substâncias prejudiciais e da erosão laminar e linear dos solos. Hatum, Zecchini, Fushimi e Nunes (2008) afirmam que é extremamente necessária a utilização de recursos didáticos que facilitem a compreensão, tais como a elaboração de maquetes, cartilhas sobre uso e conservação de solos, kits didáticos, cartazes ilustrativos, entre outros. Ensinar o tema solo nem sempre é fácil, desse modo foram utilizadas nesse estudo várias formas de interação entre o conhecimento que os alunos traziam e o conteúdo a ser ensinado.

A intervenção pedagógica foi planejada de modo a responder às perguntas do problema da investigação e a oferecer subsídios para análise da evolução conceitual dos alunos, na sequência dos mapas conceituais realizados. A construção de um mapa conceitual para o tema Solo pela pesquisadora teve como objetivo servir de referência para a análise dos mapas dos alunos, no sentido de verificar o quão próximo ou distante eles estariam do tema ensinado (ver figura 14).

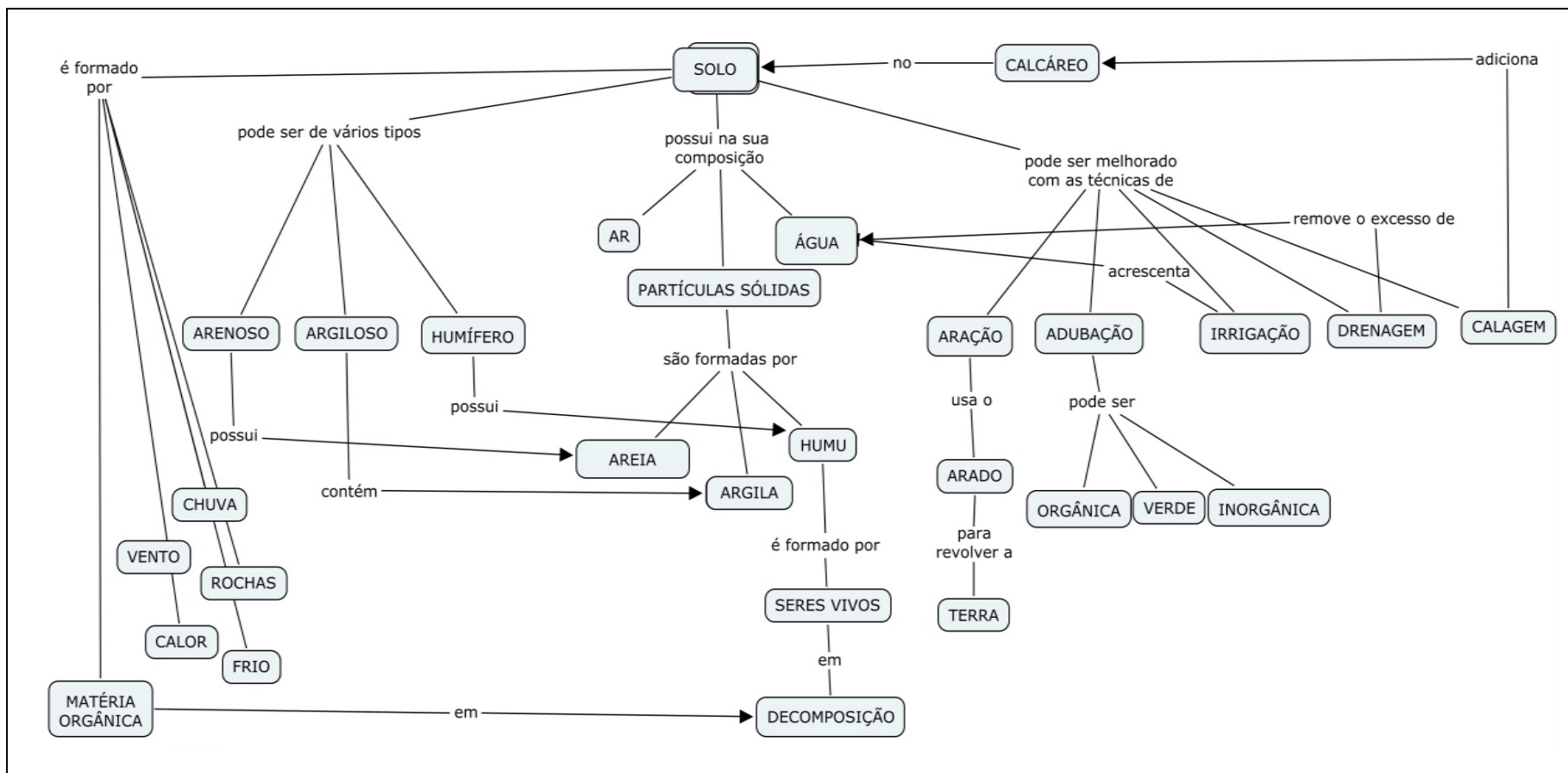


Figura 14: Mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Solo

6.2 O processo de intervenção

O **primeiro encontro** teve início com a apresentação da pesquisadora aos 33 alunos presentes. Explicou-se sobre a pesquisa e solicitou-se a autorização e participação dos alunos, obtendo-se a concordância da maioria. Em seguida iniciou-se um diálogo a fim de conhecer a diversidade sociocultural da turma. Na sequência, falou-se sobre a importância da pesquisa estar fundamentada na aprendizagem significativa, mostrando a diferença entre aprendizagem mecânica e aprendizagem significativa. O mapa conceitual era um instrumento novo para eles. Foram apresentados através de slides vários tipos de mapas em diferentes contextos e explicou-se em linhas gerais o que era um mapa e como deveria ser construído.

No **segundo encontro**, os alunos escolheram o tema *Plantas* para vivenciar a experiência de elaborar um mapa conceitual com os elementos que o compõem. Foi feita a seguinte pergunta: “O que vocês sabem sobre as plantas”? Pediu-se que dissessem palavras que indicassem acontecimentos relacionados ao tema *plantas*. Disseram vários acontecimentos e não acontecimentos e foi explicada a diferença entre os dois. As palavras/ideias foram escritas no quadro de giz e iniciou-se a elaboração do mapa com a participação deles. Os alunos foram questionados desde o conceito principal “plantas”, passando pelos mais gerais “oxigênio, alimentos, seres vivos, ar”, até os mais específicos “caules, raízes, folhas, frutos, flores”. O mapa foi construído com os conceitos/ideias que surgiram e em seguida foram formadas as proposições através das palavras de ligação, que foram chamadas inicialmente de acontecimentos. Esse foi o primeiro contato dos alunos com um mapa conceitual.

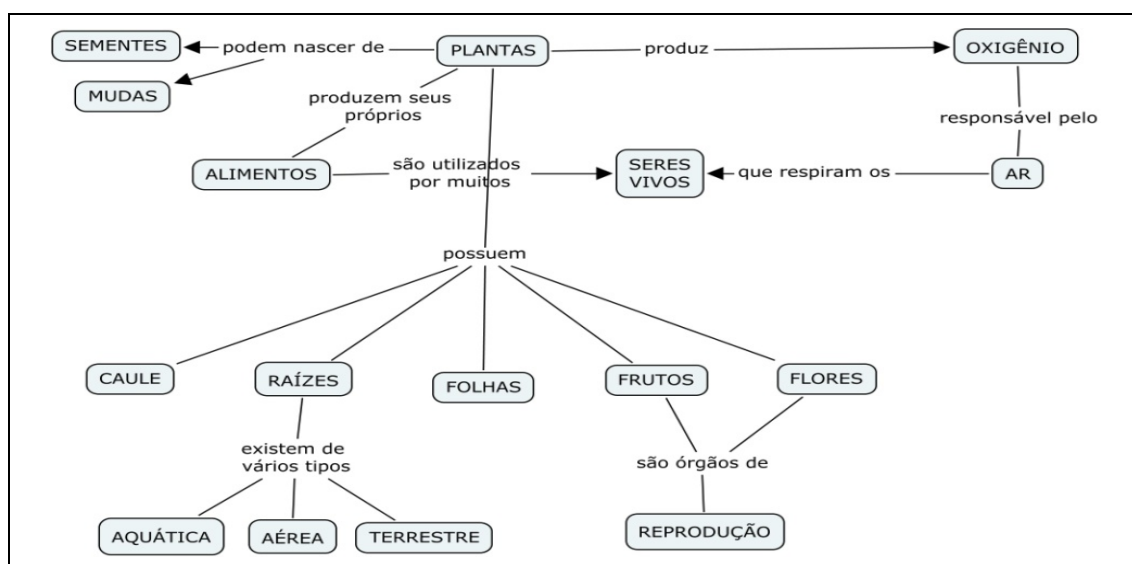


Figura 15: Um mapa conceitual para o tema Plantas

No **terceiro encontro**, foi aplicado o pré-teste, composto por cinco perguntas abertas (ver tabela 44, no Apêndice), cujo objetivo era diagnosticar o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema Solo. As questões referiam-se ao tipo, aos componentes, às técnicas de preservação, à importância do solo para os seres vivos.

No **quarto encontro**, inicialmente foram discutidas as respostas dos alunos no pré-teste. Em seguida a professora falou sobre a degradação do meio ambiente, lembrando que a água, o ar, as florestas são recursos naturais importantes, mas muitas vezes esquecemos que o solo também é um importante recurso natural e não renovável. A proposta inicial foi fazer com que os alunos começassem a pensar no solo como um importante recurso da natureza.

No **quinto encontro**, os alunos elaboraram em seus cadernos, a partir das informações anteriores, o primeiro mapa conceitual individual sobre o tema Solo. Após a entrega dos mapas, foi feita uma breve discussão a respeito dos conceitos/ideias trazidos por eles, enfatizando-se alguns casos em que a palavra trazida no mapa não representava conceito/ideia. Falou-se sobre a quantidade de conceitos/ideias que haviam colocado inicialmente, a falta de conectores em alguns mapas, assim como sobre os tipos de conectores, alertando-os para as próximas construções.

No **sexto encontro**, os alunos pesquisaram sobre a origem e formação do solo. Utilizou-se o livro-texto adotado na escola (Cruz, 2004b), revistas, outros livros e materiais disponíveis na biblioteca. Após a pesquisa, fizeram um breve resumo em seus cadernos e em duplas apresentaram para os demais colegas da classe. A camada da Terra que interessa para o estudo do solo é a crosta terrestre, formada essencialmente de rochas, cujos constituintes são na maioria das vezes os minerais. Segundo os estudiosos, o solo é um agregado natural, constituído de um ou mais minerais, que faz parte essencial da crosta terrestre. A professora ressaltou que a palavra solo tem distintos significados, de acordo com o profissional que a está usando.

No **sétimo encontro**, foi distribuído o primeiro texto, com o título de *Solo e atividades agrícolas: do campo à mesa*, que aborda os tipos de agricultura (familiar e empresarial). Foi realizada a atividade nº 1, que consistiu da leitura compartilhada, interpretação e resumo da principal mensagem do texto para discussão. Após o desenvolvimento dessa primeira atividade, foi distribuído o segundo texto, intitulado *Tudo depende do solo*, ressaltando a importância dos nutrientes para o ciclo vital das plantas e o uso de adubos orgânicos e inorgânicos. Os dois textos foram elaborados pelas professoras, tendo como base o manual *Educação Alimentar e Nutricional* (2001).

No **oitavo encontro**, foram estudados os componentes e os tipos de solo. Durante este encontro os alunos fizeram dois trabalhos em grupo: o primeiro sobre “os tipos de solo” e o segundo sobre “o solo e as atividades agrícolas”, enfatizando a origem e os caminhos dos alimentos (do campo à mesa) e os tipos de agricultura (familiar e empresarial). O primeiro grupo trouxe os três tipos de solo mais estudados e conhecidos: arenoso, argiloso e húmico. Quando este material já estava em sala, a professora perguntou aos alunos quais seriam os motivos para a existência de diferentes tipos de solos. As respostas deles foram variadas, mas nenhum conseguiu informar os cinco fatores que alteram o solo. A professora esclareceu que o solo resulta da ação combinada de cinco fatores: o material de origem, o clima, o relevo, os organismos e o tempo. Isto significa que as diferentes combinações destes fatores irão resultar em solos diferentes, ou seja, se apenas um destes fatores mudar em uma mesma região, poderemos ter tipos de solos diferentes. O segundo grupo elaborou cinco perguntas para a realização de uma entrevista com um agricultor local.

No **nono encontro**, revisou-se sobre os principais conteúdos que já haviam sido trabalhados e os alunos construíram individualmente o segundo mapa conceitual. Eles deveriam trazer em seus mapas as ideias principais sobre: origem e formação, componentes e tipos de solo. Durante a elaboração alguns alunos pediram para consultar o material que já havia sido trabalhado, o que foi permitido. Outros chamavam a professora ou a pesquisadora para esclarecer dúvidas a respeito do conteúdo ou sobre a estruturação do mapa. O ambiente era de agitação, conversas paralelas, pois não se tratava de uma avaliação tradicional. A observação feita pela professora era de que cada um fizesse o seu mapa individual. A seguir descreve-se a apresentação do mapa de um aluno.

Apresentação durante o estudo do tema Solo - aluno S9

O aluno iniciou sua apresentação falando sobre a formação do solo, em seguida abordou os tipos e finalizou com a composição, seguindo cada etapa descrita em seu mapa, no qual havia muitas relações cruzadas: “Vou começar por aqui: o solo para ser formado precisa de folhas, plantas, animais em decomposição. O solo pode ser argiloso, tem partículas sólidas e a água vai passar com dificuldade. O solo é arenoso porque tem partículas sólidas, deixando ele muito permeável e a água vai passar com facilidade. O solo pode também ser húmico, tem partículas sólidas deixando ele permeável à água. Húmico é composto de húmus, que deixa a terra fofa e fértil. O solo tem componentes que são os sais minerais, a água e o ar, quando junta com a parte orgânica, que é o material em decomposição que vai formar o solo.”

No **11º encontro**, os alunos construíram um minivulcão. Os materiais utilizados foram argila, garrafa Pet e prato de papelão para servir de base. Um deles preparou a argila e modelou um pequeno túnel formando um orifício central. Dentro deste orifício foi colocado bicarbonato de sódio em pó com um corante em pó (urucum) para dar a coloração da chama vermelha. Em seguida foi despejada água dentro do orifício, a qual entrou em contato com o bicarbonato e o corante, produzindo uma espuma vermelha intensa, simulando assim as lavas de um vulcão em atividade. Os alunos presentes e outros que passavam no local se aproximavam para observar e curiosos perguntavam o que era. Os alunos empolgados explicavam do que se tratava a experiência.

No **12º encontro**, os alunos entrevistaram um agricultor que morava nas proximidades da escola e fizeram as seguintes perguntas: *Qual o tipo de solo existente na localidade? Quais os tipos de vegetais mais comuns na localidade? Qual o tipo de “lavoura” (tipo de plantio) que você cultiva? Como é preparado o solo para o plantio? Como é feita a irrigação ou “aguação” do solo?* Os alunos estavam atentos às respostas e tomavam nota em seus cadernos para discussões futuras.

O agricultor contou que no início de sua profissão, quando começou a cultivar em sua terra, chegou a perder uma colheita inteira por não conhecer o tipo de solo da região. A partir daí solicitou uma avaliação técnica, que revelou que o solo onde queria plantar e cultivar pimentão e cenoura necessitava de maior cuidado, pois era muito arenoso. A orientação recebida foi misturar bastante matéria orgânica, melhorando assim a qualidade do solo. Sobre a segunda questão, disse que eram vários os vegetais

comuns na localidade, mas ele cultivava pimentão e cenoura por serem verduras que possuem um ciclo de vida relativamente rápido. Respondendo à terceira questão, acrescentou que trabalha com rotação de cultura, ou seja, está sempre plantando verduras de forma alternada. Sobre o preparo do solo, disse trabalhar com adubos orgânicos, porém, os alunos relataram ter visto no depósito do agricultor adubos inorgânicos armazenados. Ressaltou que preparava a terra para o plantio usando a aração, e que construía os “lerões” (termo usado para se referir aos canteiros) em curva de nível, para que a chuva não levasse embora sua plantação e todo o seu trabalho. A irrigação do terreno plantado era feita mecanicamente com a ajuda de uma bomba que enviava água para um aspersor. No debate em sala de aula sobre esse encontro com o agricultor foram discutidas várias questões relacionadas às técnicas agrícolas.

No **13º encontro**, os alunos fizeram o terceiro mapa conceitual individual e foram alertados de que deveriam trazer as ideias mais importantes relacionadas à origem, formação, tipos, características, técnicas agrícolas, explicando-as por escrito. Ao finalizarem esta etapa, os mapas não foram apresentados por questão de tempo. Foi feito um comentário geral, tratando de questões como quantidade de conceitos, hierarquia, palavras de ligação, relações cruzadas. Após esta atividade, eles realizaram o pós-teste e a avaliação final dos conhecimentos sobre o tema Solo (ver tabelas 45 e 46, no Apêndice).

No **14º encontro**, foi aplicado o questionário avaliativo sobre o mapa conceitual. Após essa atividade, teve início a apresentação dos alunos do primeiro grupo com a maquete sobre os tipos de solo e do segundo grupo com outra maquete que enfatizava as técnicas agrícolas de adubação e irrigação. Durante as apresentações eles explicavam o que tinham aprendido durante os encontros e diziam estar satisfeitos com o resultado final, alegando que iriam sentir falta de tantas atividades diferentes realizadas no decorrer daqueles 14 encontros. No **15º encontro**, foi realizada a entrevista semiestruturada, com dois alunos que estiveram presentes e participaram de todas as atividades, selecionados ao acaso (S9, S11).

6.3 Diagnóstico dos conhecimentos

Serão apresentados, discutidos e comparados os resultados referentes ao pré-teste, pós-teste e avaliação final de conteúdo sobre o tema *Solo*.

6.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos prévios

O pré-teste serviu de base para verificar como os subsunçores se encontravam na estrutura cognitiva dos alunos e como as ideias foram se modificando no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados individualizados por aluno estão computados na tabela 44, no Apêndice. A primeira questão foi relacionada ao que os alunos sabiam sobre o Solo, verificando se as descrições traziam algum indício de conhecimento científico.

1) O que você entende por solo?

As respostas de oito alunos (50%), atreladas aos conhecimentos do cotidiano no momento em que responderam, foram as que mais se aproximaram do conhecimento científico, sendo consideradas corretas. Alguns exemplos: “lugar onde pisamos que se chama crosta terrestre” (S11); “superfície externa da crosta terrestre onde vivem os seres vivos” (S16). As demais respostas foram consideradas incompletas, sem demonstrar conhecimento científico sobre o solo. Exemplos: “onde vivemos” (S1); “chão que pisa”. Estas respostas fizeram referência à importância do solo como interesse humano, mas não forneceram qualquer definição do que seria solo na concepção deles.

2) Que tipos de solo você conhece?

Esta questão pretendeu avaliar se eles tinham algum conhecimento sobre os tipos mais estudados ou conhecidos de solo. Foram consideradas corretas as respostas que citaram os tipos de solo húmico, argiloso e arenoso, embora os tipos calcário e agrícola também tenham sido considerados. No pré-teste os três primeiros foram os que mais apareceram. As respostas consideradas incompletas foram aquelas que se referiram apenas a um ou dois dos tipos de solos mais conhecidos. Cinco alunos (31%) responderam corretamente e nove alunos (56%) deram respostas incompletas. As respostas dos outros dois alunos (13%) foram consideradas incorretas. Embora tenham citado um tipo de solo, colocaram esta informação como característica de um solo: “argiloso, terra e ar” (S14); “fértil, fofo e húmico” (S15).

3) Quais são os componentes do solo?

A terceira questão teve a intenção de verificar se os alunos tinham noção dos componentes presentes no solo. O desempenho não foi tão bom, apenas um aluno (6%) respondeu satisfatoriamente: “minerais, matéria orgânica, areia, água e ar” (S11). Nove alunos (56%) responderam de forma incompleta citando um, dois ou três componentes: “matéria orgânica, água” (S9); “minerais, areia e ar” (S13). Foram consideradas erradas as respostas de seis alunos (38%), que citaram um ou dois componentes de forma correta, mas adicionaram um, dois ou mais incorretamente, como nos exemplos: “água, e componentes viscosos” (S8); “pedra, areia, terra preta, barro” (S12).

4) Você conhece alguma técnica de preservação do solo?

A quase totalidade dos alunos disse conhecer alguma técnica de preservação, porém, ao exemplificar, apenas três alunos (19%) demonstraram que de fato conheciam e tiveram suas respostas consideradas certas: “colocar estrume de vaca e de boi na terra” (este aluno está se referindo à técnica de adubação, embora não saiba defini-la cientificamente); “arando a terra pra ficar bem fofo”; “adubando a terra pro solo ficar forte”. Outros três alunos (19%) responderam de forma incompleta: “fofar bem a terra” (S1); “molhar bem muito o solo” (S2); “misturar o esterco na terra” (S4). Dez alunos (62%) deram respostas erradas, como nos exemplos: “não jogar lixo no solo” (S5); “não derrubar as árvores do solo” (S8).

5.a) O que é um solo fértil?

A quinta questão se dividia em dois itens. As respostas dos alunos no item “a” não foram satisfatórias, apenas três deles (19%) conseguiram responder adequadamente, como nos exemplos: “[...] sais, matéria orgânica, areia, água e ar” (S11); “[...] terra preta, areia, água, ar e minerais” (S13). Dez alunos (62%) deram respostas incompletas, nas quais faltavam um dois ou mais componentes do solo fértil, como se vê nos seguintes exemplos: “é quando agente coloca estrume de vaca nele e as plantas crescem bonitas” (S10); “eu acho que é quando ele tem resto de plantas e animais, galhos secos, casca de frutas e verduras quando apodrece e deixa o solo rico” (S12). Alguns alunos deram a mesma resposta da terceira questão: “água e componentes viscosos” (S8); “matéria orgânica e água” (S9). Três alunos (19%) responderam de forma incorreta, como nestes dois casos: “um solo forte com segurança” (S15); “é quando a terra fica preta” (S16).

5.b) Qual é a importância do solo para os seres vivos?

No item “b” da quinta questão, nove alunos (56%) deram respostas que foram consideradas corretas, a exemplo das que se seguem: “porque agente se alimenta das plantas que nasce nele, por isso ele tem que ser bom” (S3); “sem o solo o homem não tem o sustento” (S8); “sem o solo os seres vivos não tem onde viver” (S11). As respostas de cinco alunos (31%) foram incompletas, como nos exemplos: “o solo é muito importante para nós” (S10); “porque eles alimentam o solo” (S14). Dois alunos (13%) deixaram a questão em branco.

6.3.2 Diagnóstico dos conhecimentos finais

O ensino é uma negociação de significados e a aprendizagem é um processo pessoal. A estrutura cognitiva de cada aluno é considerada como idiossincrática, ou seja, única de cada indivíduo. Dessa forma, quando há a incorporação não arbitrária e substantiva dos novos conhecimentos, quando eles estão relacionados com ideias relevantes já existentes, o aluno poderá aprender com significado. O resultado do pós-teste comparado ao pré-teste (ver tabela 6) permitirá identificar quais as possíveis evoluções dos alunos em relação ao tema estudado e como os conhecimentos iniciais deles se modificaram.

Para o estudo do Solo, tomou-se como definição a do manual clássico da literatura que deu origem ao conceito de solo (*Soil Survey Staff*, 1951), a que mais se aproximou da realidade desenvolvida dentro e fora da sala de aula, e que está em sintonia com o que trazem os PCN (SEF, 1998, p. 71): “solos são corpos naturais, ocupando porções na superfície terrestre, suportando plantas e as edificações do homem e que apresentam propriedades resultantes da atuação integrada do clima e dos organismos, atuando sobre o material de origem, condicionado pelo relevo, durante um período de tempo”. O conteúdo trabalhado sobre o Solo teve o intuito de procurar valorizar o ensino e a aprendizagem de assuntos essenciais sobre o tema, contextualizando a importância desse recurso como componente fundamental à

manutenção do equilíbrio dos ecossistemas naturais. Durante os trabalhos realizados (pesquisa de campo, maquete com os tipos de solo, atividades em classe, entre outros) os alunos se mostraram bastante participativos, questionadores, envolvidos no que estavam fazendo.

1) O que você entende por solo?

Foram consideradas como corretas as respostas de nove alunos (56%), das quais se cita um exemplo: “camada que desenvolvem os vegetais, pois é muito rica em substâncias nutritivas necessárias a vida das plantas” (S4). As respostas dadas por seis alunos (37%) foram consideradas incompletas, pois se entendeu que poderiam ter tentado integrar os conhecimentos que foram estudados, como no caso deste exemplo: “são pedaços de rochas que sofreram transformações até se tornar terra” (S16). Apenas um aluno (S10), que havia respondido de forma incompleta a esta questão no pré-teste, teve sua resposta considerada errada.

2) Que tipo de solo conhece?

Todos os alunos responderam de forma adequada a esta questão, enumerando os três tipos de solo mais estudados. Um aluno (S10) ainda acrescentou o solo calcário.

3) Quais são os componentes do solo?

Doze alunos (75%) responderam corretamente a esta questão, como no exemplo a seguir: “as partículas sólidas, líquido e gasoso, e matéria orgânica que são nutrientes para a planta” (S11). Três alunos (19%) responderam de forma incompleta e um aluno (6%) deixou a questão em branco.

4) Você conhece alguma técnica de preservação do solo?

Dez alunos (63%) deram respostas satisfatórias a esta questão, como no caso do aluno S9: “Irrigação... fundamental para o desenvolvimento das plantas”. Um aluno (S4) teve sua resposta considerada incompleta, porque explicou a técnica, mas não mencionou o nome dela. Dois alunos (13%) deixaram a questão em branco e três (19%) responderam de forma errada, como no exemplo: “um solo fértil bom para agricultura” (S8).

5.a) O que é um solo fértil?

Nesta questão o resultado foi bastante positivo, com 14 alunos (87%) respondendo corretamente. Dois alunos (13%) responderam de forma incompleta, como no exemplo que se segue: “É um solo que é rico para as plantas” (S3). Em sua resposta o aluno não deixa claro o que seria “um solo rico para as plantas”, ou o que tornaria esse solo rico. Talvez a pergunta não esteja bem elaborada, dando margem a respostas evasivas como foi o caso desse aluno.

5.b) Qual é a importância do solo para os seres vivos?

Os resultados foram considerados insatisfatórios, pois apenas cinco alunos (31%) responderam corretamente, como no exemplo: “é no solo que as raízes se desenvolvem e serve de alimento para os seres vivos” (S1). Outros cinco alunos tiveram as suas respostas consideradas incompletas e a mesma quantidade errou a questão – talvez não tenham dado muita importância ao que estavam respondendo. Finalmente, um aluno deixou a questão em branco.

6.3.3 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste

A tabela 6 permite comparar os resultados do pré-teste e do pós-teste. Verifica-se que houve um aumento expressivo no índice de respostas corretas, que passou de 30% para 69%, paralelamente a uma diminuição tanto de respostas incompletas quanto de respostas erradas. Por meio da análise destes dois instrumentos percebe-se que a maioria dos alunos captou algum conhecimento da matéria de ensino. Observa-se claramente que os alunos da 5ª série “A”, em relação ao tema estudado Solo, ao final da intervenção sabiam mais do que no início. Entretanto, esta evolução não foi generalizada em relação a todos os aspectos do tema, como pode ser observado nos dados relativos às questões 1 e 5b.

Tabela 6

Resultado geral do pré-teste e do pós-teste, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Questões	Número de respostas							
	Pré-teste				Pós-teste			
	C	I	E	B	C	I	E	B
1	08	08	-	-	09	06	01	-
2	05	09	02	-	16	-	-	-
3	01	09	06	-	12	03	-	01
4	03	03	10	-	10	01	03	02
5A	03	10	03	-	14	02	-	-
5B	09	05	-	02	05	05	05	01
Σ	29	44	21	02	66	17	09	04
Σ/T %^a	30	46	22	2	69	18	9	4

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em branco.

^a Percentual do somatório da categoria de respostas sobre o total de respostas em cada teste (96).

No decorrer dos encontros, à medida que era abordado o conteúdo, levando o aluno a vivenciar experiências concretas, a maioria dos estudantes mostrou indícios de estar construindo o conhecimento gradativamente, a partir da transformação científica do saber, o que vem de encontro ao que defendem Dominguez e Negrin (1998), quando dizem que “para transmitir o valor do recurso natural solo é necessário que o aluno tenha uma experiência pessoal com o mesmo, não havendo outro caminho para ensinar a vida dinâmica do solo e a necessidade de sua conservação”.

O resultado do pós-teste associa-se a uma sequência de encontros onde os alunos tiveram contato com textos que relacionavam o solo como um integrante do ambiente natural que é importante tanto para os habitantes da área rural quanto da área urbana. Os alunos trouxeram tipos diferentes de solo que foram pesquisados, estudados, observados e discutidos por eles na sala de aula. As respostas erradas no pós-teste foram comentadas e discutidas na classe. A comparação do pós-teste com o pré-teste pode ser considerada como possível evidência de aprendizagem significativa, mas ainda se faz necessário analisar os mapas conceituais realizados, uma vez que estes são o principal instrumento desta investigação.

6.3.4 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção

A avaliação final foi um instrumento importante para complementar o diagnóstico da evolução do conhecimento dos alunos. Os resultados individualizados por aluno encontram-se na tabela 46, no Apêndice. A tabela 7 abaixo traz a classificação das respostas para o conjunto dos 16 alunos. Observa-se que 88% das respostas foram categorizadas como corretas, demonstrando que houve êxito na aprendizagem.

Tabela 7

Resultado geral da avaliação final, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Questões	Número de respostas				
	C	I	E	B	Total
1	16	-	-	-	16
2	16	-	-	-	16
3	15	01	-	-	16
4	07	01	05	03	16
5	16	-	-	-	16
Σ	70	02	05	03	80
Σ/T %	88	2	6	4	100

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em Branco.

1) Relate com suas palavras quais os prejuízos que as queimadas podem causar ao solo.

Todos os alunos relataram corretamente o que foi solicitado. Aqui estão dois exemplos das respostas dadas: “Os agricultores fazem a queimada com a intenção de limpar os terrenos pra o plantio. Este tipo de processo é prejudicial porque o calor do fogo danifica o solo queimando o humo e matando os seres que habitam no solo, pode até provocar a erosão” (S2); “As queimadas seca o solo, tira a água que existe nele e também tira a sua fertilidade” (S13).

2) *Explique com suas palavras como os seres vivos participam da formação do solo.*

Novamente, todas as respostas foram consideradas corretas. Veja-se um exemplo: “Os seres vivos participam de uma relação com a natureza quando morrem e se decompõem levando os sais e nutrientes ao solo” (S1).

3) *Fale sobre o que é a erosão, o que ela provoca no solo, os tipos de erosão que existem e o que fazer para combatê-la.*

Quinze alunos (94%) responderam satisfatoriamente, como se vê no exemplo a seguir: “é quando o solo não tem mais a proteção da vegetação e com o tempo a chuva vai arrastando os minerais deixando o solo pobre. Existem vários, a queima do solo, a fluvial. Não deve cortar as árvores nem desviar o rumo dos rios” (S3). Apenas um aluno teve sua resposta classificada como incompleta.

4) *Comente sobre o que você aprendeu sobre o solo das regiões vulcânicas.*

Apenas sete alunos (44%) responderam corretamente a esta questão, como nos seguintes exemplos: “[...] que são aberturas no solo de onde saem as lavas e gases e as cinzas que formam servem pra agricultura porque deixa o solo fértil” (S2); “as cinzas eliminadas pelo vulcão dá fertilidade ao solo” (S3). Um aluno respondeu de forma incompleta: “eu aprendi que os vulcões saem das rochas quentes em fusão” (S7). Cinco alunos (37%) deram respostas erradas (exemplo: “[...] que os vulcões fazem mal aos seres vivos” – S5) e três (19%) não responderam à questão. Cabe esclarecer que no dia em que foi realizada a aula sobre Vulcão a maioria dos alunos não estava presente.

5) *Fale em poucas palavras sobre o que você entendeu sobre o Intemperismo.*

Esta questão foi respondida corretamente por todos os alunos, como nos exemplos a seguir: “as transformações nas rochas que deu origem ao intemperismo que foi importante na formação do solo” (S1); “foi tudo que desagregou e decompôs a rocha como o calor, o frio, o vento” (S8).

6.4 A progressão dos mapas conceituais

6.4.1 Análise dos mapas MCI

Em seus mapas iniciais, os 16 alunos trouxeram vários conceitos/ideias relevantes da matéria de ensino, como os três tipos de solo mais estudados (“arenoso”, “argiloso” e “humífero”), “sais minerais”, “matéria orgânica”, “areia”. Conceitos referentes à importância do solo na “agricultura” foram citados por 12 alunos, sendo mencionados produtos agrícolas como “frutas”, “verduras” e “legumes”. Já a sua importância para os “seres vivos” foi mencionada por dez alunos. A “composição mineral” e/ou os “nutrientes” do solo foram referidos por sete alunos. E o papel do solo na “construção civil”, com diferentes exemplos, foi lembrado por quatro alunos. O número de conceitos em cada mapa variou entre 10 e 15 (ver tabela 8), observando-se um elevado índice de conceitos válidos (98%).

As proposições formuladas foram em sua grande maioria válidas (95%) e apresentaram qualidade entre regular e boa. Foi observada ausência de palavras de ligação apenas em seis linhas, distribuídas em três mapas. Os mapas apresentaram estruturas hierárquicas e em nove deles estavam presentes os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Os alunos, ainda que timidamente, apresentaram as ideias mais gerais e posteriormente foram diferenciando-as em conceitos mais específicos, estabelecendo as relações entre os conceitos e formando proposições válidas. Explicitaram, por exemplo, que o solo arenoso contém muita areia, o argiloso muita argila e o solo húmico contém húmus, ou matéria orgânica, ou nutrientes. Apenas três mapas registraram relações cruzadas. O aluno S11 tentou realizar três relações cruzadas, relacionando os conceitos “nutrientes”, “ar”, “água” e “plantas”. Este mesmo aluno mostrou uma diferenciação progressiva importante ao registrar em seu mapa que o “solo” se forma com a “decomposição” das “rochas”.

Tabela 8

Qualidade dos mapas MCI, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
S1	M	15	15	14	14	0	2	M	M	MR
S2	M	12	12	11	11	0	0	B	B	MR
S3	M	14	13	13	13	0	0	M	M	MR
S4	M	12	12	12	12	1	0	B	B	MR
S5	M	13	12	11	11	0	0	B	B	MR
S6	M	13	12	12	9	0	0	B	B	MR
S7	M	14	14	13	13	0	0	M	M	MR
S8	M	10	10	9	7	0	0	B	B	MR
S9	M	13	13	13	13	1	0	M	M	MB
S10	M	15	15	14	14	0	0	M	M	MR
S11	B	13	13	14	14	3	0	M	M	MB
S12	B	11	11	10	10	0	0	M	M	MR
S13	M	15	14	14	12	0	0	M	M	MR
S14	M	14	14	13	13	0	0	M	M	MR
S15	M	10	10	9	7	0	0	M	M	MR
S16	B	12	12	11	11	0	0	B	B	MD

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

6.4.2 Análise dos mapas MCII

Nos mapas realizados durante o estudo, todos os 16 alunos trouxeram os três tipos mais conhecidos de solo. Oito alunos deram ênfase em seus mapas a essa informação, trazendo detalhes e especificidades dos vários tipos de solo e registrando também os componentes que o formam. Os mapas de cinco alunos incluíram o processo de formação do solo. Dois alunos (S14, S15) se referiram ao processo de erosão que o solo pode sofrer e um aluno (S2) apresentou informações conceituais sobre o solo das regiões vulcânicas.

Tabela 9

Qualidade dos mapas MCII, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
S1	A	17	17	17	17	2	0	A	A	MB
S2	M	17	17	16	16	1	3	M	M	MR
S3	A	16	16	17	17	2	0	A	A	MB
S4	M	17	17	15	12	0	2	B	B	MR
S5	M	18	18	18	18	1	0	M	M	MR
S6	M	13	13	12	12	0	0	M	M	MR
S7	M	16	16	15	15	0	0	M	M	MR
S8	M	16	15	16	16	1	0	M	M	MR
S9	A	17	18	20	20	0	0	A	A	MB
S10	B	14	11	14	4	0	0	B	B	MD
S11	A	17	17	24	24	9	3	A	A	MB
S12	M	15	15	14	14	0	0	B	B	MR
S13	A	16	16	17	17	2	0	A	A	MB
S14	M	15	15	14	14	0	3	M	M	MR
S15	M	14	14	13	13	0	0	M	M	MR
S16	M	16	16	17	17	1	0	M	M	MR

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

Dez alunos (62%) apresentaram evolução na confecção desses mapas em relação aos iniciais, trazendo conceitos/ideias novos e relevantes da matéria de ensino e formulando proposições que revelam a aquisição de novos significados, indícios de um processo de aprendizagem significativa. Nesses dez mapas observou-se melhoria na diferenciação progressiva e na reconciliação integrativa, com cinco alunos demonstrando níveis altos desses processos (tabela 9). Por outro lado, dois alunos registraram retrocesso em seus mapas (S10 e S12). Não foi observada ausência de palavras de ligação em nenhum mapa, entretanto, a inadequação dos conectores utilizados invalidaram proposições em dois mapas (S4 e S10). Sete alunos realizaram ligações cruzadas e quatro colocaram exemplos.

Cabe destacar a qualidade do mapa construído pelo aluno S11, com níveis altos de hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa; número de proposições bem superior ao de conceitos (24 *versus* 17); nove relações cruzadas e três exemplos. Situação oposta verifica-se em relação ao aluno S10, o único cujo mapa foi classificado como deficiente. Seu mapa registrou conceitos pouco relevantes para a matéria de ensino e, das 14 proposições que tentou formular, apenas quatro se mostraram válidas.

6.4.3 Análise dos mapas MCIII

Dos dez alunos que haviam elaborado mapas considerados regulares durante o estudo, apenas três (S8, S14 e S16) apresentaram evolução significativa depois do estudo, construindo mapas classificados como bons. Dois alunos (S7 e S10) registraram retrocesso nos mapas elaborados, sendo os únicos a ter seus mapas enquadrados na categoria MD.

Tabela 10

Qualidade dos mapas MCIII, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
S1	A	19	19	18	18	1	0	A	A	MB
S2	M	17	17	17	17	1	0	M	M	MR
S3	A	18	18	17	17	0	0	A	A	MB
S4	M	17	17	18	18	2	0	M	M	MR
S5	M	19	19	17	17	1	0	M	M	MR
S6	M	18	18	19	19	1	0	M	M	MR
S7	B	16	13	15	8	0	0	B	B	MD
S8	A	20	20	23	23	3	0	A	A	MB
S9	A	18	18	20	20	2	0	A	A	MB
S10	B	18	18	18	7	0	0	N	N	MD
S11	A	19	19	21	21	3	2	A	A	MB
S12	A	18	18	23	23	5	0	M	M	MR
S13	A	18	18	20	20	2	0	A	A	MB
S14	A	20	20	20	20	1	3	M	M	MB
S15	M	19	19	18	18	0	4	M	M	MR
S16	A	20	20	22	22	3	0	M	M	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

O mapa do aluno S10 foi o mais deficiente, com baixa hierarquia conceitual e diferenciação progressiva e reconciliação integrativa nulas. Ele trouxe vários conceitos

relevantes para o tema, mas não houve qualquer preocupação em organizá-los de forma hierárquica. Várias ligações não possuíam conectores ou as palavras de ligação utilizadas se mostraram inadequadas, o que resultou na invalidação de 60% das proposições.

O caso do aluno S7 é interessante, pois seu primeiro e segundo mapas mostraram bidimensionalidade, trouxeram alguns conceitos relevantes, tiveram todas as proposições formuladas válidas e a hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa apresentaram níveis médios. Entretanto, o seu terceiro mapa apresentou uma hierarquia unidirecional, linear, trouxe conceitos pouco relevantes para a matéria de ensino e teve mais de metade das proposições invalidadas.

Observa-se que o aluno S16 veio evoluindo gradativamente. Com um mapa inicial considerado deficiente, ele apresentou no segundo e terceiro mapas novos conceitos relevantes do tema em estudo e melhorou a hierarquia, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, obtendo as classificações de mapa regular e mapa bom.

6.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas

Nos mapas conceituais elaborados no primeiro momento, *antes* da intervenção, dois alunos (13%) conseguiram elaborar MB, enquanto 13 (81%) demonstraram possuir alguns conhecimentos básicos sobre a matéria de ensino, que podiam servir de ancoradouro para o novo conhecimento, apresentando mapas enquadrados na categoria MR, e apenas um aluno elaborou um mapa considerado deficiente.

No que se refere aos mapas conceituais elaborados no segundo momento, *durante* a intervenção, verificou-se um acréscimo no número de alunos com MB (cinco, que representam 31%), paralelamente a uma redução na quantidade de estudantes com mapas classificados como MR (dez, que correspondem a 63%). O número de alunos com MD manteve-se inalterado. A situação apresentada evidencia um avanço na aprendizagem conceitual e uma resposta positiva em relação ao instrumento utilizado.

Quanto aos mapas conceituais elaborados no terceiro momento, *depois* da intervenção, a análise das categorias indica um aumento de MB de 31% para 50% (oito alunos). Dos 10 alunos com MR no segundo momento, três conseguiram avançar na elaboração de seu mapa conceitual, passando para a categoria MB.

Comparando os resultados do primeiro momento com os do terceiro, observa-se que os dois alunos (S9, S11) que haviam apresentado MB no início mantiveram-se nessa categoria. Dos 13 alunos com mapas iniciais classificados como MR, cinco conseguiram elaborar MB no final, seis se mantiveram na categoria MR e dois apresentaram evolução negativa, com MD. O único aluno com mapa classificado como MD no início do estudo apresentou melhoria contínua, passando pelo nível MR na fase intermediária e atingindo MB no final.

As evidências trazidas pelas avaliações dos mapas conceituais progressivos permitem dizer que ocorreu evolução conceitual no conjunto dos alunos que fizeram parte do estudo. Cabe observar, todavia, que a análise apontou a existência de algumas dificuldades nas relações conceituais do tema Solo em vários dos alunos investigados.

Tabela 11

Resultado geral da qualidade dos três mapas, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	MCI (Antes)			MCII (Durante)			MCIII (Depois)		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
S1	-	1	-	1	-	-	1	-	-
S2	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S3	-	1	-	1	-	-	1	-	-
S4	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S5	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S6	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S7	-	1	-	-	1	-	-	-	1
S8	-	1	-	-	1	-	1	-	-
S9	1	-	-	1	-	-	1	-	-
S10	-	1	-	-	-	1	-	-	1
S11	1	-	-	1	-	-	1	-	-
S12	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S13	-	1	-	1	-	-	1	-	-
S14	-	1	-	-	1	-	1	-	-
S15	-	1	-	-	1	-	-	1	-
S16	-	-	1	-	1	-	1	-	-
TOTAL	2	13	1	5	10	1	8	6	2
%	12	81	6	31	62	6	50	38	12

Nota. MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

6.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais

A seguir são apresentados três conjuntos de mapas conceituais progressivos construídos individualmente, selecionados pela pesquisadora. Estes mapas constituem exemplos da evolução do significado do conceito Solo entre os 16 estudantes da 5ª série “A” que fizeram parte do estudo.

6.5.1 Caso 1: aluno S9

Todos os conceitos/ideias apresentados no primeiro mapa (figura 16) estão seguidos de palavras de ligação e percebe-se a inclusão de conhecimentos cientificamente aceitos. Estas informações trazidas inicialmente estão de acordo com as respostas apresentadas por este aluno no pré-teste e permitem afirmar que ele possui alguns subsunçores apropriados para o seu desenvolvimento cognitivo em relação ao tema.

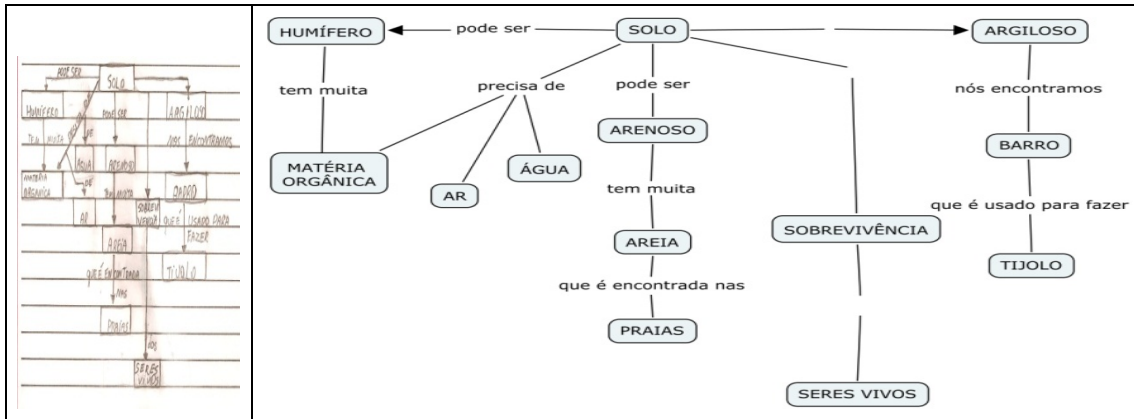


Figura 16: Mapa Conceitual I (S9) - Mapa Bom

Este mapa foi considerado bom, pois apresenta hierarquia conceitual e forma proposições válidas, embora utilize palavras de ligações simples. Houve a tentativa de relação cruzada, que resultou válida. O diagrama é unidimensional, com várias conexões lineares. As ideias apresentadas por este aluno remetem à informação de que ele é filho de um pequeno agricultor da região e ajuda o pai nas horas vagas, demonstrando possuir conhecimentos do senso comum e também algum conhecimento científico.

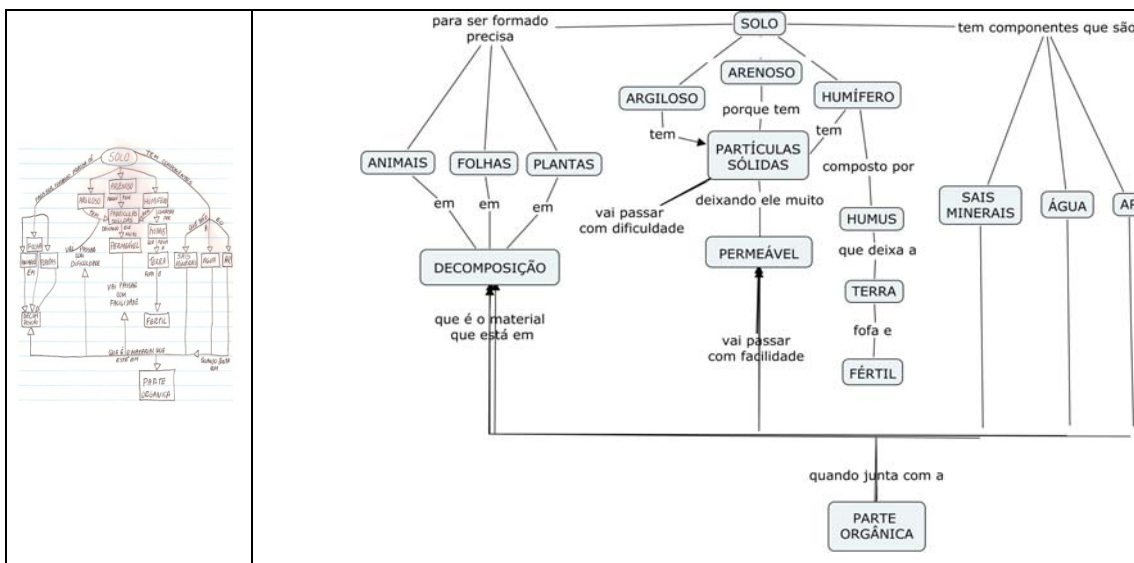


Figura 17: Mapa Conceitual II (S9) - Mapa Bom

O segundo mapa (figura 17) apresenta os componentes e os tipos de solo com suas respectivas características e formação. Observa-se que o conceito “partículas sólidas” é comum às três proposições formadas. O aluno incorporou um maior número de conceitos, relações entre os conceitos e palavras de ligação, formando proposições novas e relevantes, o que constitui um indicador de evolução do conteúdo estudado. O

aluno traz os conceitos/ideias mais relevantes e centrais da matéria de ensino em estudo e demonstra que eles foram compreendidos.

Embora este mapa apresente vários níveis de hierarquia, percebe-se que os conceitos estão bem relacionados. Conceitos mais inclusivos como “arenoso, argiloso, humífero” encontram-se em um nível acima dos conceitos relacionados aos componentes do solo e ao material usado para a sua formação. As relações cruzadas possuem coerência, indicando diferenciação progressiva dos conceitos e reconciliação integrativa entre os conceitos subordinados apresentados. O mapa apresenta bidimensionalidade, observando-se evolução em relação ao mapa I. Segundo Moreira (2006a), esta característica dá uma ideia de que os conceitos/ideias estão mais organizados, segundo os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora.

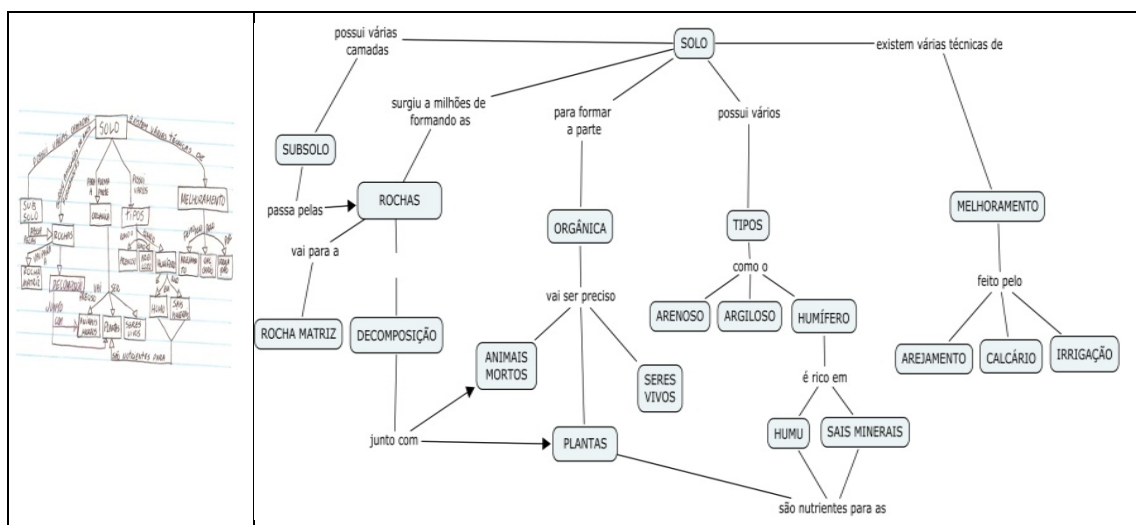


Figura 18: Mapa Conceitual III (S9) - Mapa Bom

Este terceiro mapa conceitual (figura 18) apresenta a origem, a formação e os tipos de solo; as práticas agrícolas e a importância do solo fértil para o cultivo das plantas. Os conceitos estão hierarquizados do topo para base e o mapa possui várias relações cruzadas. Para formar as proposições, utiliza maior variedade de frases e expressões. Percebe-se entre o terceiro e quarto níveis a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa. O mapa traz vários conceitos novos – como “melhoramento, arejamento, calcário, irrigação”; “subsolo, rocha matriz”. O aluno demonstra ter conhecimento sobre o tema estudado e nos três mapas mencionou a importância de um solo adequado para os seres vivos e a sua manutenção no planeta. A sequência de mapas revela a ocorrência de aprendizagem significativa da matéria de ensino.

Defende Moreira (2006) que os mapas de conceitos não devem ser unidirecionais, exclusivamente de cima para baixo, como o mapa I do aluno S9. Devem também buscar a exploração de relações entre as proposições e os conceitos/ideias, evidenciando semelhanças, diferenças significativas e reconciliando inconsistências reais ou aparentes, de modo a promover o que Ausubel chama de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Estas características estão presentes no mapa II e no mapa III deste aluno.

6.5.2 Caso 2: aluno S11

O mapa inicial (figura 19) traz os tipos de solo, como este se forma e os nutrientes nele encontrados, importantes para a vida das plantas e para a alimentação dos seres vivos. Estas informações iniciais estão em conformidade com algumas das respostas apresentadas pelo aluno no pré-teste. Pode-se dizer que os conceitos/ideias iniciais deste aluno estão de acordo com os conhecimentos científicos aceitos e percebe-se que ele possui alguns subsunçores apropriados para o desenvolvimento do tema.

Os conceitos mostrados são relevantes para a matéria de ensino, porém, os conhecimentos precisam estar mais estruturados e elaborados em sua mente. O aluno não possui conhecimentos sólidos sobre a formação do solo, uma vez que uma série de fatores influencia e está diretamente ligada à sua formação, como o relevo, o clima e os seres (animais e plantas) em decomposição. As linhas que conectam os conceitos trazem palavras de ligação, formando proposições válidas. Houve uma pequena tentativa de relação cruzada, ao ligar três conceitos distintos (“nutrientes, ar e água”) ao conceito “plantas”. O mapa apresenta uma hierarquia conceitual mínima. Trata-se de um mapa unidirecional, formado por conexões pobres e lineares, possuindo baixa diferenciação progressiva entre os conceitos/ideias apresentados e, conseqüentemente, baixa reconciliação integrativa. O mapa foi considerado regular.

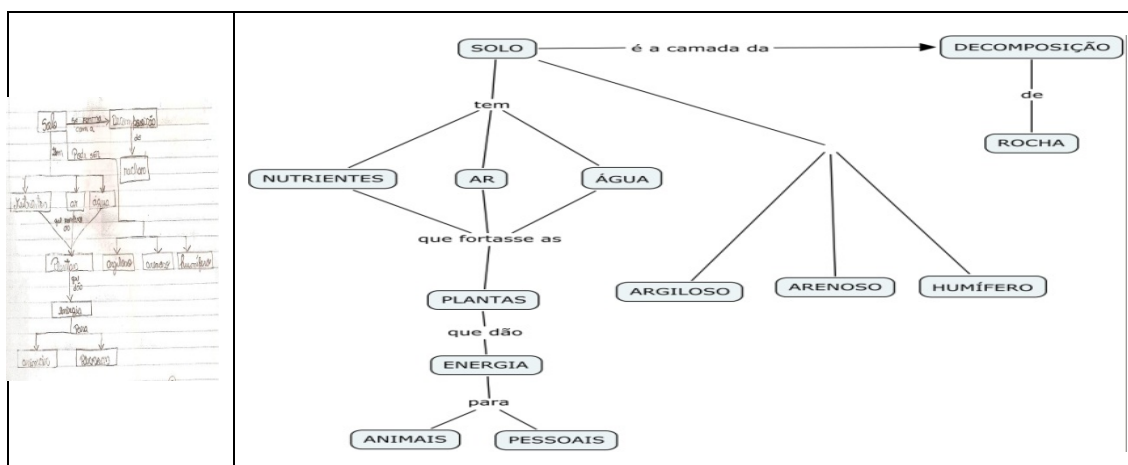


Figura 19: Mapa Conceitual I (S11) - Mapa Regular

O segundo mapa conceitual (figura 20) apresenta os tipos de solo com suas respectivas características, introduzindo novos conceitos: “areia, argila, sais, humu, sol, seres vivos”. Estes conceitos, entretanto, não são os centrais da matéria de ensino. Durante a formação de proposições o aluno fez várias ligações cruzadas. No centro do mapa, traz as necessidades de um solo fértil e essencial para o plantio. Trata sobre a formação do solo de forma mais elaborada: “Solo se forma com a decomposição de rochas, de plantas, dos seres vivos”. Com a formação desta proposição percebe-se que novos conhecimentos foram adquiridos e estão se modificando. Ao apresentar os componentes do solo mostra também a importância de um solo fértil, dizendo que ele precisa ter: “nutrientes, ar, água, sais, humu e sol”. A hierarquia varia entre a uni e a bidimensionalidade.

Após a apresentação deste mapa, perguntou-se ao aluno qual era o significado do conceito “energia”, que ele havia colocado nos mapas I e II. Ele respondeu: “É... essa energia professora... é quando a gente, os seres vivos se alimentam das plantas... é a sobrevivência nossa”. O aluno estava se referindo à vida dos seres vivos em geral, ao se alimentarem para a manutenção da vida.

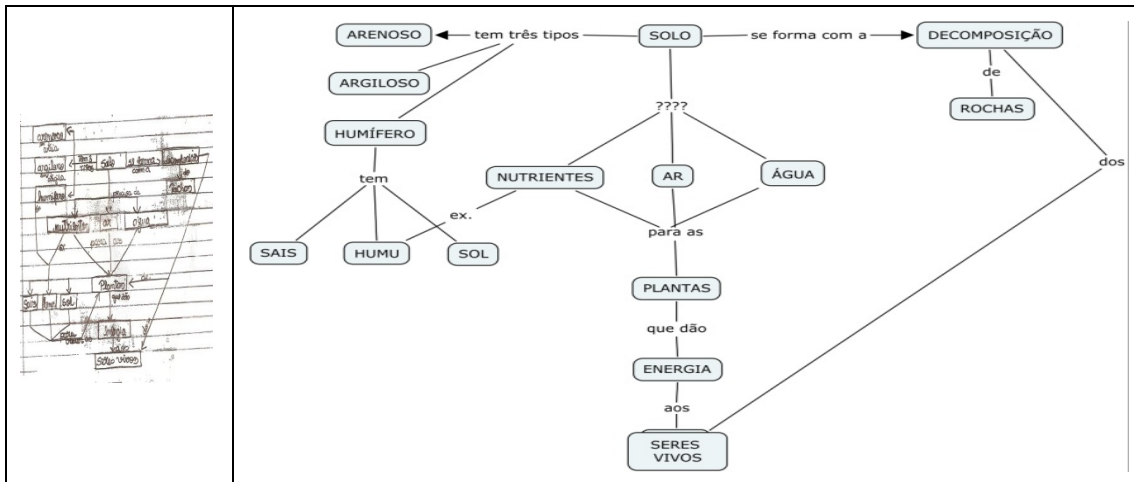


Figura 20: Mapa Conceitual II (S11) - Mapa Bom

O terceiro mapa (figura 21) apresenta conceitos que já haviam sido trazidos nos mapas I e II: “arenoso, argiloso, humífero, nutrientes, ar, água, decomposição, rochas, plantas”. Destes, cinco fazem parte dos conceitos centrais do tema em estudo, os demais estão subordinados a ele. Os novos conceitos estão na proposição formada: “Solo deve ser arado por trator ou pelos animais, deve ser irrigado, deve ser adubado com matéria orgânica”. Os conceitos relevantes que fazem parte do conteúdo sobre o solo estão no mapa e existem várias relações cruzadas. Na formação destas proposições encontram-se os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

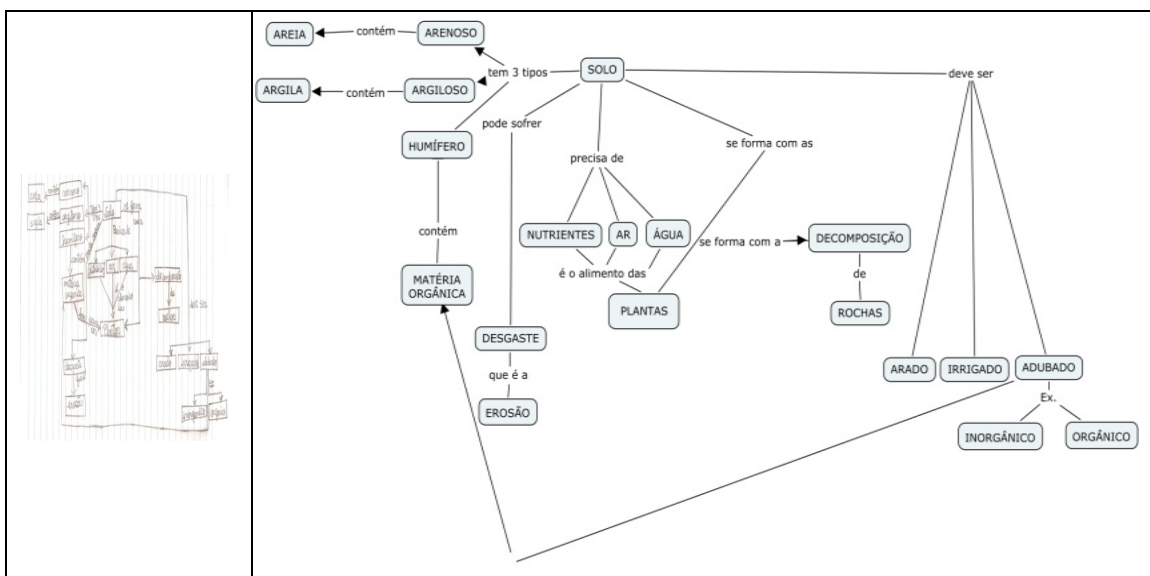


Figura 21: Mapa Conceitual III (S11) - Mapa Bom

Observa-se uma diferença entre as definições de solo húmífero nos mapas II e III. No mapa II constava que o “solo do tipo húmífero tem húm que faz crescer as plantas”; já no mapa III ele diz que o “solo do tipo húmífero contém matéria orgânica que é boa para as plantas”. Ou seja, o aluno demonstra saber que matéria orgânica é formada por húm, um nutriente essencial para que a planta cresça. Outra diferença nos três mapas: o primeiro diz que “o solo tem nutrientes, ar e água”; o segundo que “o solo precisa de nutrientes, ar e água”; e o terceiro afirma que “o solo recebe nutrientes, ar e água”. Para o aluno, o solo já possui estes componentes, porém, para mantê-los em condições adequadas para o plantio ele precisa também recebê-los. Foi considerado um bom mapa, por ter demonstrado vários indicadores de evolução do conceito/ideia de solo estudado e desenvolvido durante a intervenção.

Ocorreram várias mudanças na estrutura cognitiva deste aluno ao longo da intervenção. Essas mudanças foram observadas através dos mapas realizados. Houve uma incorporação gradativa de novos conceitos, que aparecem nos mapas II e III, o que pode ser interpretado como evidência de aprendizagem do significado do solo a partir do desenvolvimento do conteúdo. A organização conceitual também apresentou melhoria ao longo dos três mapas, no que se refere à hierarquização dos conceitos e à aplicação dos princípios ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. De acordo com Ausubel *et al.* (1980) e Moreira (2006a), do ponto de vista instrucional os mapas devem buscar tanto a diferenciação progressiva quanto a reconciliação integrativa, pois uma não existe sem a outra.

6.6 Evolução dos conceitos nos três mapas

O grupo de alunos em questão ainda não conhecia o significado de mapa conceitual e tampouco a sua lógica organizacional. Os primeiros mapas conceituais realizados pelos 16 alunos individualmente, tomados como representativos dos seus conhecimentos prévios, foram analisados em relação aos conceitos presentes nos mapas II e nos mapas III.

A análise da evolução dos conceitos nos três mapas construídos nos diferentes momentos permite perceber que a variedade de conceitos presentes citados nos mapas aumentou ao longo do ensino. Os mapas conceituais III totalizaram 60 conceitos/ideias, sendo 22 novos em relação aos mapas iniciais, dos quais 10 eram coincidentes com o mapa II e 12 exclusivos. Observa-se a ocorrência de 30 conceitos comuns aos três mapas, os quais são conceitos da matéria de ensino e incluem a maioria dos conceitos centrais.

A seguir são apresentados os 30 conceitos citados coincidentes nos três mapas, acompanhados dos números equivalentes às quantidades de citações, respectivamente

nos mapas I, II e III. Estes foram os conceitos que mais se aproximaram das características gerais, específicas e centrais do Solo.

- Com referência à classificação: “camada externa” e “crosta terrestre” (1, 3, 4); “terra/chão” (2, 2, 1).
- Quanto à formação: “rocha/rocha matriz” (3, 6, 4); “animais mortos/restos de animais mortos” (2, 3, 3); “plantas/folhas” (11, 10, 5); “nutriente/NPK” (3, 9, 4); “sólido/partículas sólidas” (1, 4, 2); “sais minerais” (4, 8, 4); “matéria inorgânica” (5, 13, 7); “inorgânico” (1, 4, 7); “matéria orgânica” (5, 10, 11); “líquido” (1, 3, 2); “água” (7, 9, 12); “gasoso” (1, 3, 2); “ar” (5, 9, 7); “solo” (2, 3, 1); “arenoso, argiloso e húmico” (16, 16, 16); “areia” (9, 10, 9); “argila” (4, 8, 12); “humu” (3, 9, 4).
- Relativamente às práticas agrícolas e técnicas de melhoramento: “esterco/adubo” (1, 1, 2); “agrícola/produtivo/agricultura” (2, 1, 1).
- Sobre a importância, o interesse humano, plantação e confecção de objetos: “vida/sobrevivência” (4, 1, 2); “seres vivos” (1, 2, 6); “seres humanos/alunos” (5, 1, 2); “criação de animais/pasto/capim” (8, 4, 5); “filtro/panela/tijolo/vaso” (4, 2, 1).

Os doze conceitos exclusivos do mapa III foram: “calor”, “frio”, “vulcão”, “cinzas vulcânicas/erupção”, “rotação de cultura” e “calcáreo”, que tiveram uma citação por diferentes alunos; “desmatamento” (citado por 2 alunos); “queimada” (4); “irrigação” (10); “arável” (3); “tratores” (2); “drenagem” (2).

Os dez conceitos exclusivos dos mapas II e III, cuja origem também foi relacionada com o ensino desenvolvido, são aqui citados na ordem em que apareceram nos mapas, com os respectivos números de ocorrências.

- Referindo-se a classificação do solo: “subsolo” (3, 1).
- Sobre a formação do solo: “intemperismo” (1,1); “ambiente/modificações” (1,1); “vento” (2, 6); “chuva” (1, 3).
- A respeito das características do solo: “fértil” (6, 5); “permeável” (3, 3) alunos.
- Relativamente à degradação do solo: “erosão” (2, 10); “desgaste” (1, 3).

A análise comparativa dos mapas conceituais revelou que os conceitos presentes no mapa II não eram qualitativamente melhores do que os do mapa I, portanto, esse resultado não mostra uma evidência de que o ensino foi potencialmente significativo, podendo não ter favorecido a captação de significados. Seguindo essa mesma linha, os conceitos presentes apenas no mapa I não correspondem a características pontuais do tema Solo, o que representa mais um indicador de insucesso do evento. Por outro lado, os “melhores” conceitos estão presentes nos mapas I, II, III e também exclusivamente no mapa III, demonstrando que os alunos captaram e compartilharam os significados “ensinados” na matéria de ensino, porém, a intervenção pouco modificou o conhecimento prévio deles.

Tabela 12

Evolução dos conceitos nos três mapas, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Conceitos		Número de citações		
Categorias	Subcategorias	MCI	MCH	MCHH
Classificação	Camada externa	1	3	4
	Crosta terrestre	1	3	4
	Subsolo	-	3	1
	Terra / Chão	2	2	1
	Vegetais	1	-	1
Origem	Transformações – Milhões de anos	-	2	-
	Intemperismo	-	1	1
Formação	Ambiente – Modificações	-	1	1
	Vento	-	2	6
	Calor	-	-	1
	Chuva	-	1	3
	Frio	-	-	1
	Rochas /Rocha Matriz / fragmentadas	3	6	4
	Decomposição	1	2	1
	Fungos	2	1	-
	Bactérias	2	1	-
	Animais mortos / Restos	2	3	2
	Plantas / Folhas	11	10	5
	Nutrientes / N/P/K	3	7	4
	Sólido / Partículas sólidas	1	4	2
	Sais minerais	4	8	4
	Matéria inorgânica	5	13	7
	Inorgânico	1	4	7
	Matéria orgânica	5	10	11
	Líquido	1	3	2
	Água	7	9	12
	Gasoso	1	3	2
	Ar	5	9	7
	Sol	1	3	1
	Tipos Características Exemplos	Componentes	1	-
Arenoso		16	16	16
Areia		9	10	9
Praias		1	1	-
Argiloso		16	16	16
Argila		4	8	12
Barro		6	-	2
Humífero		16	16	16
Humo		3	9	4
Fértil		-	6	5
Permeável		-	3	3
Vulcão		-	-	1
Enxofre		-	2	-
Fertilizante	-	1	-	
Cinzas vulcânicas / Erupção	-	-	1	
Erosão	-	2	10	
Desmatamento	-	-	2	
Desgaste	-	1	3	
Queimada	-	-	4	
Contaminação	1	-	1	

Conceitos		Número de citações			
Categorias	Subcategorias	MCI	MCH	MCHH	
Prática Agrícola Técnicas de Melhoramento	Adubação/Adubado	1	-	9	
	Arejamento/Arejado/Foyo	-	2	4	
	Esterco/Adubo	1	1	2	
	Irrigação	-	-	10	
	Aração/Arado	-	-	3	
	Arável	1	-	-	
	Trator	-	-	2	
	Rotação de cultura	-	-	1	
	Drenagem	-	-	2	
	Calcário	-	-	1	
	Agrícola/Produtivo/Agricultura	2	1	1	
	Importância Interesse Humano Confecção de Objetos Plantação	Natural / Recurso Natural	1	-	1
		Vida - Sobrevivência	4	1	2
Seres vivos		1	2	6	
Seres humanos / alunos		5	1	2	
Criação de animais / Pasto / Capim		8	4	5	
Plantação de árvores		3	-	1	
Alimentos		2	5	-	
Energia		2	3	-	
Hortas / Pomar		2	-	-	
Frutas / Legumes / Verduras		3	-	1	
Filtro - Panela - Tijolo - Vaso		4	2	1	
Jogar bola		1	-	-	
Casa - Hospitais - Prédios - Escolas		4	-	-	
Total de conceitos citados		48	49	59	
Total de conceitos novos em relação ao Mapa I		-	13	22	
Total de conceitos novos comuns aos Mapas II e III		-	10		

6.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual

Os 16 alunos deram respostas positivas à primeira pergunta do questionário, validando o uso do instrumento. Quanto às dificuldades sentidas na construção dos mapas (segunda pergunta), as mais referidas foram *fazer as conexões* (8 alunos) e *fazer o mapa* (5 alunos). Quatro alunos alegaram dificuldade em não repetir as palavras de ligação, embora esta não seja uma exigência, pois a palavra de ligação pode ser repetida no mapa. Três alunos disseram que encontraram dificuldade em *selecionar os conceitos mais importantes*.

No que diz respeito às vantagens vistas no uso de mapas conceituais (terceira pergunta), dez alunos apontaram benefícios relacionados ao processo de aprendizagem e cinco estudantes fizeram referência ao prazer com a atividade. Quanto às desvantagens, sete alunos afirmaram que não existem, três citaram o tempo reduzido, três fizeram referência à indisciplina na sala durante a atividade e dois mencionaram o fato de só fazerem mapas na disciplina de ciências.

Quanto à possibilidade de utilização de mapas conceituais em outras disciplinas (quarta pergunta), 94% dos alunos apresentaram opiniões favoráveis, porém foram

manifestados alguns receios, como: “[...] mas os outros professores vão saber fazer mapas?” (S1); “[...] o problema é quem vai ensinar e corrigir” (S2). O único aluno cuja resposta não foi favorável alegou: “Eu acho que não vai dar tempo de fazer mapa nas outras aulas” (S16).

Os dois alunos que foram entrevistados participaram de livre e espontânea vontade. Em relação à primeira pergunta, um deles respondeu que gostou de apresentar o mapa para a classe e o outro, que não fora sorteado para fazer a apresentação, disse que ficou insatisfeito, pois queria apresentar o que havia estudado. Sobre quais os benefícios trazidos pelas atividades realizadas com o mapa conceitual, eles informaram: “estar aprendendo a resumir o que é importante dentro de um assunto” e “ser mais organizado”. A respeito do trabalho em sala de aula usando os mapas, disseram que requer muita atenção do elaborador e treino com a técnica. No que se refere às diferenças entre a metodologia anterior e a atual, em que foram introduzidos os mapas conceituais, observaram que “os mapas mexeram com todos os alunos, deixando a aula mais animada”. Sobre a preferência para elaborar o mapa, um declarou que preferia sozinho e o outro que gostaria de tentar fazer em dupla, porque acredita que um ajuda o outro. Na última pergunta, ambos os alunos sugeriram mais tempo para a atividade e um deles propôs que fosse fornecida uma lista de conceitos para elaboração do mapa.

CAPÍTULO 7

ESTUDO 3:

6^a SÉRIE – MAMÍFEROS

O desenvolvimento deste estudo ocorreu entre os meses de abril e junho de 2006, numa turma de 6ª série, correspondente ao 3º ciclo do antigo Ensino Fundamental II, abordando tópicos de conteúdo específico de Ciências Naturais, tendo como tema *Mamíferos*. O público alvo desta pesquisa foi composto por 36 alunos matriculados na 6ª série “A”, sendo 12 meninos e 24 meninas, com idades entre 9 e 13 anos. Destes foram selecionados 16 alunos (7 meninos e 9 meninas) que participaram de todas as atividades. As aulas aconteceram no horário escolar, no período da tarde, em 33 encontros de 50 minutos, três dias na semana, com carga horária total de 27 horas e 30 minutos.

7.1 Preparação da intervenção

7.1.1 Plano de Ensino

Na rotina comum da sala de aula os alunos tinham aulas expositivas acompanhadas de discussões sobre os conteúdos do livro-texto e de atividades como pesquisas e elaboração de cartazes. O mapa conceitual foi a principal alteração nesta rotina. O ensino foi planejado e organizado da forma descrita no quadro 6, a partir do diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos sobre o tema Mamíferos, realizado com base nas respostas do pré-teste e nos primeiros mapas conceituais construídos por eles.

Quadro 6

Plano de Ensino 6ª série “A”

 		
PLANO DE ENSINO		
DISCIPLINA: Ciências Naturais	TURNO: Vespertino	TURMA: 6ª série A
Professora titular: Aleksandra Marcelino da Silva Professora investigadora: Conceição Aparecida Soares Mendonça		
TEMA: MAMÍFEROS		
CONTEÚDO: <ul style="list-style-type: none"> • Características gerais dos mamíferos (a pele; a temperatura; a respiração; a circulação; a alimentação e digestão; a excreção; os sentidos e o sistema nervoso). • Classificação (Monotremados; Marsupiais; Quirópteros; Cetáceos; Sirênios; Carnívoros; Artiodáctilos; Perissodáctilos; Roedores; Proboscídeos; Xenartros; Primatas). • A reprodução (fecundação interna; viviparidade; desenvolvimento embrionário; período de gestação). 		
OBJETIVOS CONCEITUAIS: <ul style="list-style-type: none"> • Identificação das principais características dos mamíferos. • Compreensão da importância de suas funções específicas. • Identificação das principais características dos grupos de classificação dos mamíferos. • Caracterização da reprodução dos mamíferos. 		

OBJETIVOS PROCEDIMENTAIS:

- Coletar material de pesquisa bibliográfica e analisá-lo de acordo com os dados selecionados.
- Registrar conceitos sobre o tema pesquisado.
- Produção de textos e cartazes a partir da pesquisa bibliográfica.
- Elaboração de mapas com conceitos selecionados durante a pesquisa.

OBJETIVOS ATITUDINAIS:

- Valorizar a pesquisa bibliográfica como fonte de informação.
- Conscientizar do seu papel na preservação da biodiversidade.
- Respeitar e valorizar a opinião do outro e do grupo.
- Demonstrar interesse pela Ciência e pela natureza.

ESTRATÉGIAS:

- Diagnóstico sociocultural do aluno.
- Levantamento das concepções prévias do aluno sobre o tema por meio de pré-teste.
- Discussão coletiva.
- Aula expositiva.
- Leituras e seleção de conceitos nos textos pesquisados.
- Trabalhos de pesquisas bibliográficas, individuais e em grupos.
- Elaboração e apresentação de cartazes.
- Apresentação em DVD sobre: Respiração, Coração, Sexo e Por dentro do Útero.
- Pesquisa na internet sobre o tema em estudo.
- Confeção de mapas conceituais (antes, durante e depois do desenvolvimento do conteúdo).
- Aplicação de pós-teste.
- Aplicação da avaliação final do conteúdo.
- Aplicação de questionário avaliativo sobre os mapas conceituais.
- Aplicação de entrevista semiestruturada.

Sequência didática

1º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 04.04.2006):

- Apresentação da pesquisadora pela professora titular.
- Apresentação e diálogo com os alunos com a finalidade de conhecer a diversidade sociocultural da turma.
- Explicação sobre a realização da pesquisa seguida da autorização e participação dos alunos.
- Introdução aos princípios básicos da Teoria da Aprendizagem Significativa.

2º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 05.04.2006):

- Finalização dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa.
- Introdução à técnica de elaboração de mapa conceitual.
- Estruturação dos elementos que compõem o mapa.

3º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 06.04.2006):

- Apresentação e explicação, em slides, de diversos tipos de mapa conceitual.
- Apresentação, em transparência, de um mapa conceitual hierárquico retirado do livro de Novak e Gowin (1999, p. 68).

4º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 11.04.2006):

- Levantamento dos conhecimentos prévios (pré-teste) por meio de cinco perguntas.

5º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 12.04.2006):

- Elaboração do primeiro mapa conceitual em dupla sobre o tema mamífero.

6º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 13.04.2006):

- Finalização do 1º mapa conceitual em dupla sobre o tema mamífero.

7º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 18.04.2006):

- Discussão sobre o levantamento dos conhecimentos prévios.
- Preparação e transcrição dos mapas conceituais iniciais para cartolina.

8º Encontro 1 aula – 50 minutos/aula – 19.04.2006):

- Continuidade da reprodução do primeiro mapa elaborado em cartolina pelas duplas.
- Sorteio para apresentação oral dos mapas conceituais elaborados pelas duplas.
- Início da apresentação oral pelas duplas dos mapas conceituais.

9º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 20.04.2006):

- Continuidade das apresentações orais dos mapas reproduzidos em cartolina.
- Observações e explicações sobre e durante as apresentações.

10º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 25.04.2006):

- Continuidade das observações orais sobre os mapas reproduzidos em cartolina.
- Observações e explicações sobre e durante as apresentações dos elementos que compuseram e da estruturação dos mapas.
- Discussão e encerramento das apresentações dos mapas conceituais iniciais.

11º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 26.04.2006):

- Atividade de pesquisa em livros e revistas na biblioteca da escola sobre o tema Mamíferos.
- Solicitação de pesquisa extraclasse, com o uso da internet, sobre o tema Mamíferos.

12º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 27.04.2006):

- Introdução à aula expositiva do conteúdo Características Gerais dos Mamíferos.
- Apresentação do DVD *Atlas do Corpo Humano*, I Episódio: “Respiração”.
- Discussão sobre o conteúdo apresentado e da pesquisa na biblioteca.

13º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 02.05.2006):

- Continuidade da explicação sobre o conteúdo Características Gerais dos Mamíferos.
- Apresentação do DVD *Atlas do Corpo Humano*, IV Episódio: “Coração”.
- Discussão sobre o conteúdo apresentado.
- Discussão e fechamento do tema.
- Atividades no livro-texto realizadas extraclasse.

14º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 03.05.2006):

- Correção das atividades extraclasse no livro-texto.
- Discussão sobre o conteúdo apresentado, o DVD IV, Episódio “Coração”.
- Introdução à Classificação Geral dos Grupos de Mamíferos.

15º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 04.05.2006):

- Continuidade da explicação sobre o conteúdo Classificação Geral dos Mamíferos.
- Discussão e introdução aos principais grupos de Mamíferos.
- Formação de grupos para realização dos trabalhos futuros.

16º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 09.05.2006):

- Elaboração de cartazes com o material de pesquisas na biblioteca da escola e na internet sobre os temas Características Gerais dos Mamíferos e Classificação Geral dos Mamíferos.
- Orientação aos grupos de trabalho em sala de aula.

17º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 10.05.2006):

- Apresentação em grupo dos cartazes elaborados com o material de pesquisas na biblioteca da escola e na internet sobre os temas Características Gerais dos Mamíferos e Classificação Geral dos Mamíferos.

18º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 11.05.2006):

- Continuidade da apresentação dos cartazes sobre as características gerais e específicas dos Mamíferos, por cada grupo de trabalho.
- Discussão e avaliação sobre a apresentação dos grupos.
- Análise dos aspectos positivos e negativos da atividade.

19º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 16.05.2006):

- Elaboração do segundo mapa conceitual, em dupla e sem consultar o livro, a partir dos temas estudados nas aulas anteriores.
- Orientação às duplas durante a confecção do mapa em cartolina.

- 20º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 17.05.2006):
- Continuidade na elaboração do 2º mapa pelas duplas.
 - Orientação às duplas durante a confecção do mapa em cartolina.
- 21º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 18.05.2006):
- Continuidade na elaboração do 2º mapa conceitual pelas duplas.
 - Orientação para apresentação.
 - Encerramento da confecção dos mapas.
 - Sorteio para a sequência das apresentações dos mapas pelas duplas para o próximo encontro.
- 22º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 23.05.2006):
- Orientação sobre a dinâmica de organização durante a apresentação.
 - Início das apresentações.
 - Discussão sobre os mapas e conteúdos apresentados.
- 23º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 24.05.2006):
- Continuidade das apresentações dos mapas pelas duplas.
 - Observações quanto à estruturação das hierarquias dos mapas apresentados.
 - Discussão sobre os mapas e conteúdos apresentados.
- 24º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 25.05.2006):
- Continuidade das apresentações dos mapas pelas duplas.
 - Observações quanto à estruturação das hierarquias dos mapas apresentados.
 - Avaliação e discussão dos participantes da dinâmica de apresentação do 2º mapa (professora, investigadora, alunos).
- 25º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 30.05.2006):
- Introdução do conteúdo sobre a Reprodução nos Mamíferos.
 - Discussão sobre o tema Reprodução com os alunos.
- 26º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 31.05.2006):
- Apresentação do DVD *Atlas do corpo Humano*, IV Episódio: “O Sexo”.
 - Discussão com os alunos sobre o episódio assistido, que tratava sobre a fecundação interna e viviparidade.
 - Discussão sobre a importância da reprodução para a perpetuação dos grupos estudados.
- 27º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 01.06.2006):
- Aula expositiva sobre o desenvolvimento embrionário e período de gestação.
 - Discussão sobre o tempo de gestação e números de filhotes de alguns mamíferos.
 - Apresentação do DVD *Atlas do Corpo Humano*, IV Episódio: “Por dentro do Útero”.
- 28º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 06.06.2006):
- Fechamento do tema Reprodução dos Mamíferos, discutindo a importância de aprofundamento do conteúdo por meio de estudo e pesquisa.
 - Solicitação de pesquisa bibliográfica extraclasse sobre a reprodução dos mamíferos.
- 29º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 07.06.2006):
- Seleção e organização do material de pesquisa para elaboração de cartazes sobre a reprodução dos mamíferos.
 - Formação de grupos de trabalho para a confecção de painéis sobre a reprodução.
 - Apresentação dos painéis sobre a reprodução.
- 30º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 08.06.2006):
- Orientação para aplicação do pós-teste.
 - Aplicação do pós-teste.
- 31º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 13.06.2006):
- Orientação para aplicação da avaliação final;
 - Aplicação da avaliação final por meio de cinco questões.
- 32º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 14.06.2006):
- Formação de duplas para a elaboração dos mapas finais.

<ul style="list-style-type: none"> • Orientação quanto à ênfase nos conceitos aprendidos durante as aulas. • Elaboração do terceiro mapa conceitual. <p>33º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 15.06.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Continuidade da apresentação dos mapas elaborados; • Discussão final sobre as atividades com mapas; • Aplicação do questionário avaliativo sobre os mapas conceituais por meio de quatro perguntas. • Discussão geral e fechamento das atividades realizadas. <p>34º Encontro</p> <ul style="list-style-type: none"> • Realização da entrevista semiestruturada com dois alunos.
<p>Recursos Materiais:</p> <p>Textos xerocopiados, revistas, jornais, cartolinas, lápis de cor, régua, tesoura, cola, fita adesiva, caneta hidrográfica, livros didáticos, caderno, material de pesquisa, internet, folhas de sulfite.</p>
<p>Procedimentos de Avaliação:</p> <p>A avaliação levará em conta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O processo vivenciado pelo aluno durante as atividades, sendo consideradas as atitudes do aluno frente ao compromisso com o seu processo pessoal de aprendizagem e com o trabalho coletivo em sala de aula. • O produto, ou seja, o resultado de trabalhos solicitados – na observação da participação nos trabalhos em parceria e/ou pequenos grupos, testes e na elaboração de mapas conceituais antes, durante e após o processo de ensino e aprendizagem.
<p>Bibliografia básica para o aluno:</p> <p>Barros, C. & Paulino, W. (2006). <i>Ciências: os seres vivos</i> (6ª série). São Paulo: Ática, pp. 242-255.</p> <p>Cruz, D. (2004a). <i>Ciências e educação ambiental: os seres vivos</i> (2a ed.). São Paulo: Ática.</p> <p>Gil, A.; Fanizzi, S. (2005). <i>Ciências naturais</i> (3a ed.). São Paulo: FTD, p. 144.</p> <p>Santos, M. C. O. (1996). <i>Baleias e golfinhos</i>. São Paulo: Ática. (Série Investigando os Seres Vivos).</p>
<p style="text-align: center;">Secretaria de Educação Av. Rui Barbosa, nº. 1.401 Heliópolis – Fone: (087) 3762-7062 Fax: (087) 3762-7060 CEP- 55.297.050 – Garanhuns – PE</p>

7.1.2 A importância do tema Mamíferos para os saberes dos alunos

A importância do tema está primeiramente no fato de levar o aluno a desenvolver saberes e competências sobre os diferentes grupos de animais mamíferos, reconhecendo os principais aspectos anatômicos e funcionais de seus organismos (Costa, 2006a). O estudo destes aspectos oferece ao aluno conceitos científicos que podem ser significados e prontamente negociados em sala de aula, devido ao interesse que o tema desperta em todas as crianças, sendo facilmente reconhecidos em suas experiências diárias (Novak, 2000).

Os mamíferos são uma das mais complexas classes de vertebrados existentes. Habitam os mais variados locais da Terra, desde as regiões tropicais aos polos, e desde os mares até os desertos mais secos e as florestas mais densas. Os mamíferos surgiram há muito tempo, antes do que a maioria das pessoas pensa. Os registros mais antigos foram encontrados em rochas de 225-230 milhões de anos atrás. Acredita-se que os mamíferos atuais tiveram sua origem a partir de um grupo de répteis, conhecidos como répteis mamaliformes. Curioso é o fato de os mamaliformes terem surgido mais ou

menos ao mesmo tempo em que os primeiros dinossauros. Durante toda a era dos répteis, os primeiros mamíferos conviveram com os dinossauros. O nome da classe dos Mamíferos deve-se ao fato de que esses animais mamam quando pequenos. As fêmeas possuem glândulas mamárias (ou mamas) bem desenvolvidas, que produzem leite para alimentar seus filhotes. Esta é uma das características que diferenciam os mamíferos dos outros animais vertebrados.

As diferenças existentes entre as diversas ordens de mamíferos são resultado da evolução. Os organismos adaptaram-se às novas necessidades que foram surgindo e isso permitiu que diversos ambientes fossem ocupados com sucesso. Um grupo de indivíduos de uma espécie pode isolar-se e, devido a novas mutações, ou seja, modificações no material genético, tornar-se aos poucos diferente do tipo original. Inicialmente eles podem até parecer muito semelhantes, pois as diferenças são pequenas, mas ao longo de milhões de anos estas mutações juntas podem levar a uma diferença muito grande entre o organismo primitivo e o atual. É assim que surgem várias espécies a partir de uma inicial, cada uma delas adaptada a um ambiente ou a uma forma de vida própria. Assim aconteceu com os mamíferos: em milhões de anos de evolução, a partir de mamíferos primitivos que se espalharam por diversos ambientes, surgiram os diferentes tipos de mamíferos que conhecemos.

Na vida cotidiana, é muito comum conhecer vários tipos de mamíferos e conviver com eles. Assiste-se a programas e filmes que divulgam informações sobre seu modo de vida, suas características e os ambientes em que vivem. Muitas pessoas possuem em casa animais de estimação como cães e gatos. Esta proximidade do aluno com os mamíferos domésticos oferece ao professor a oportunidade de discutir sobre os diversos grupos mamíferos que habitam ou habitaram a sua região. Por exemplo, de acordo com Gonçalves (2002), as pesquisas mostram que cerca de 140 espécies de mamíferos, na maioria morcegos e roedores, viviam na caatinga. Hoje, apenas 19 delas são encontradas nesta região, porque usam algumas estratégias de sobrevivência para garantir a preservação de sua espécie, como o Mocó (*Kerodon rupestris*) e o Tatu-bola (*Tolypeutes tricinctus*).

Ainda segundo Gonçalves (2002), esses mamíferos vivem em áreas restritas, como restos de matas ou locais onde existe mais água, locais típicos de florestas. Observa o autor que, com o passar dos anos, a ação do ser humano contribuiu para mudanças na temperatura e umidade da região Nordeste, favorecendo o crescimento da caatinga e dificultando a vida desses mamíferos. Desta forma, discutir com o aluno as medidas de proteção às diversas espécies de mamíferos, além de proporcionar atitudes favoráveis à proteção da biodiversidade, enfatiza também a importância de compreender conceitos relacionados às estratégias de proteção existentes na pele, condições de manutenção da temperatura, da respiração, da alimentação, dos sentidos e da reprodução destes animais.

A construção pela pesquisadora de um mapa conceitual para o tema Mamíferos teve como objetivo servir de referência para a análise dos mapas dos alunos, no sentido de verificar o quão próximo ou distante eles estariam do tema ensinado nos três momentos da pesquisa – antes, durante e após o desenvolvimento do conteúdo. Neste enfoque foram priorizadas as características gerais dos mamíferos (a pele, a

temperatura, a respiração, a circulação, a alimentação, a digestão, a excreção, os sentidos e o sistema nervoso); sua reprodução (fecundação interna, viviparidade, desenvolvimento embrionário, período de gestação); e a classificação das principais ordens, agrupadas em três grandes grupos – Prototérios (Monotremados), Metatérios (Marsupiais) e Eutérios (Carnívoros, Quirópteros, Proboscídeos, Cetáceos, Primatas, Sirênios, Roedores, Artiodáctilos, Perissodáctilos, Xenartros).

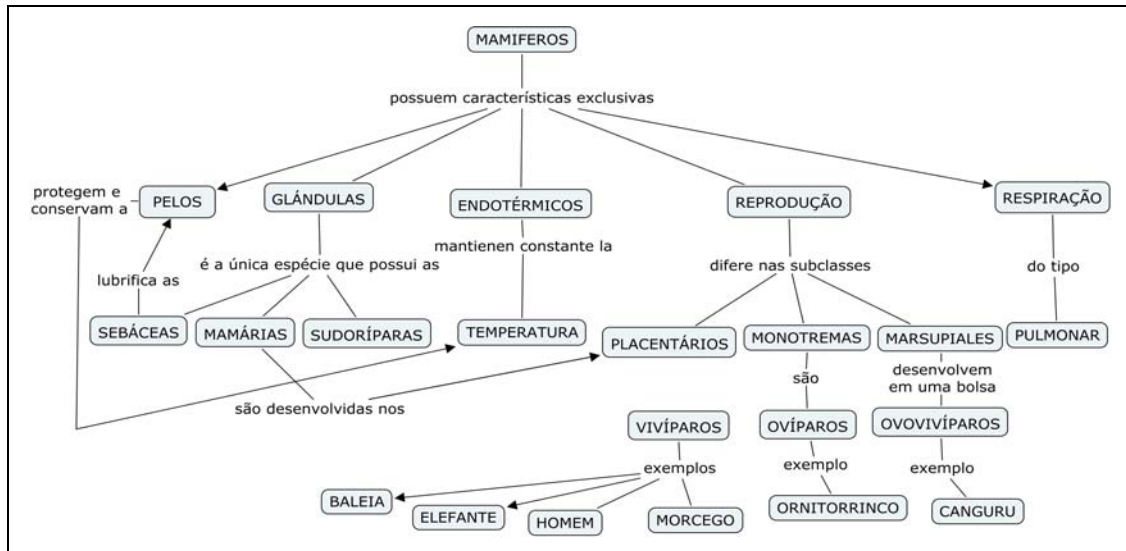


Figura 22: Um mapa conceitual da pesquisadora sobre Mamíferos

7.2 O processo de intervenção

No **primeiro encontro**, houve a apresentação da pesquisadora e em seguida foi explicado sobre a pesquisa e sua finalidade. Falou-se que a intervenção tinha como base teórica a teoria da aprendizagem significativa de Ausubel, discutindo-se a diferença entre as aprendizagens significativa e mecânica. Ressaltou-se a importância de conhecer os conhecimentos prévios deles, pois estes eram o ponto central desta teoria de aprendizagem, e a partir dela é que tinham sido desenvolvidos o principal instrumento de trabalho que seria utilizado com eles: os mapas conceituais.

No **segundo encontro**, iniciou-se a introdução da técnica de elaboração do mapa conceitual, identificando as ideias e conceitos mais importantes. Trabalhou-se a noção de conceitos/ideias como representações mentais que fazemos para cada palavra, mas cada pessoa atribui seu significado próprio. Falou-se sobre as palavras de ligação, levando-os a perceber que elas não têm significado próprio. Estas palavras de ligação, junto com os conceitos/ideias, formam o que chamamos de proposições com significados. Pequenas frases ou sentenças curtas foram construídas para que identificassem as palavras chaves, os eventos ou objetos e os conceitos/ideias.

No **terceiro encontro**, os alunos viram vários mapas em diferentes contextos. Um mapa conceitual retirado do livro de Novak e Gowin (1999, p. 68) serviu para que identificassem o conceito/ideia principal, selecionassem por ordem de importância os

demais conceitos, separassem as palavras de ligação, identificassem o que era ligação cruzada e horizontal.

No **quarto encontro**, foi aplicado o pré-teste (ver tabela 51, no Apêndice), que serviu de base para, em conjunto com o mapa inicial, detectar o que eles já sabiam sobre o tema, ou seja, os subsunçores existentes na sua estrutura cognitiva, e a partir deles desenvolver o processo de ensino e aprendizagem. O primeiro mapa conceitual sobre os mamíferos foi construído no **quinto encontro**, em duplas, com conceitos selecionados por eles, sendo recomendado que utilizassem um número máximo de dez conceitos.

No **sexto encontro** deram continuidade e finalizaram a construção dos mapas. O **sétimo encontro** teve início com a leitura e discussão das respostas no pré-teste realizado por eles. Posteriormente foi feita uma discussão geral a respeito dos mapas iniciais elaborados em duplas. Comentou-se sobre os verbos “mamam”, “comer”, “criar” e “caçar”, que algumas duplas usaram como conceito/ideia.

No **oitavo encontro**, as duplas passaram para a cartolina os mapas iniciais para serem apresentados. Segue-se a descrição de uma das apresentações, da dupla de alunos M1 e M2, a título de exemplo. Eles deram mais ênfase na apresentação do mapa à parte reprodutiva: “Professora, a gente sempre vê na rua o cachorro cruzando com a cachorra, por isso que a gente começou com isso...” (M1). “É... os mamíferos reproduzem-se sexualmente, o macho e a fêmea eles se cruzam e nascem os filhotes de cachorro, de gato, de tigre e de leão... É... os mamíferos são também animais que mamam quando é filhotes. Pronto, foi isso que nós fizemos” (M2). Solicitamos que eles deixassem a cartolina presa no quadro para discutirmos após as demais apresentações.

No **nono encontro**, foram retomadas as apresentações. Depois, diante dos mapas iniciais das duplas colados no quadro de giz, iniciou-se a conversa perguntando o que os outros colegas haviam achado das apresentações. As respostas foram poucas, mas algumas surpreenderam: “Ah é fácil professora...”; “Se eu soubesse que ia ser assim, eu também tinha apresentado”; “Se fosse pra fazer um mapa pequeno como o de M1, M2, dava pra gente ter feito, professora”; “Eu achei todos diferentes, não tem nenhum igual”.

No **décimo encontro**, foram feitas observações sobre os mapas apresentados. Explicou-se que verbos não representam conceitos/ideias e que podem ser usados como palavras de ligação. Perguntou-se qual era a diferença entre duas proposições formadas: “mamíferos são animais que mamam” e “mamíferos são animais que bebem leite”. Fez-se silêncio... até que M4 respondeu: “Mamam na mãe, professora”. Explicou-se que estava correto e que essa era uma das principais características que diferenciavam os mamíferos das demais espécies: a presença de “glândulas mamárias” e de “pelos”. Estas duas eram exclusivas dos mamíferos e não poderiam faltar nos mapas.

No **11º encontro**, a atividade foi pesquisar sobre as “características gerais e classificação geral dos mamíferos” em revistas, para a confecção de cartazes. No **12º encontro**, foi introduzido o conteúdo sobre as características gerais dos mamíferos e em seguida assistiu-se a um DVD. Os alunos trouxeram várias informações sobre os mamíferos das pesquisas: os sentidos (cinco alunos); a pele (oito); a temperatura (18); pele e temperatura (20); pele, sentidos e temperatura (12); circulação (quatro); respiração e circulação (sete); alimentação e digestão (11); alimentação e excreção (15); excreção (dois). Foram exploradas e discutidas as principais características, com seus respectivos exemplos. Em seguida os alunos assistiram a um episódio do DVD *Atlas do*

Corpo Humano (2006), com duração de quinze minutos, cujo título era “Respiração: o sopro da vida”.

No **13º encontro**, houve uma aula expositiva sobre as características gerais dos mamíferos, falando sobre “circulação”. Em seguida os alunos assistiram em DVD ao episódio sobre circulação – “O coração: a bomba humana” –, que teve a duração de vinte minutos. Foi utilizado também para orientação dos alunos o livro-texto de Cruz (2004a, pp. 44-63), com atividades propostas como exercícios para serem feitos em casa.

No **14º encontro**, discutiu-se em linhas gerais o filme da aula anterior. De modo geral, os alunos acharam interessante ver um vaso, uma artéria, o sangue circulando pelo corpo. O coração mostrando suas câmaras chamava mais a atenção do que no livro, porque no documentário eles estavam assistindo como funcionava por dentro. Foi realizada a correção da atividade feita em casa. No **15º encontro**, foi trabalhado o conteúdo sobre a classificação geral dos mamíferos, de forma expositiva.

No **16º encontro**, foram confeccionados cartazes com o material de pesquisas feitas na biblioteca da escola e na internet, como atividade extraclasse, sobre as características gerais e a classificação geral dos mamíferos. Os **17º e 18º encontros** foram destinados às apresentações. Serão citados aqui os exemplos de dois grupos. O primeiro abordou as características gerais e, ao falar sobre os pelos, trouxe exemplos de animais como cavalo, ovelha, coelho, cachorro, homem, entre outros, para demonstrar os diferentes tipos de pelos que todos tinham com a função de dar proteção e manter a temperatura do corpo. O segundo grupo falou sobre a classificação geral dos mamíferos e a ordem foi a dos Monotremados e Marsupiais. Os alunos apresentaram os hábitos de vida, a alimentação, o tipo de *habitat* e, sem perceber, falaram sobre o desenvolvimento embrionário das espécies, demonstrando muita curiosidade sobre o que haviam pesquisado. Após as apresentações e discussões, os cartazes foram fixados na sala de aula.

No **19º encontro**, os alunos realizaram, em dupla, o segundo mapa conceitual sobre os conteúdos estudados. Eles deveriam selecionar os conceitos principais que foram enfatizados durante o estudo e foi-lhes solicitado que não consultassem o livro, pois existiam na classe vários cartazes sobre os conteúdos trabalhados. No decorrer deste processo, percebeu-se que apenas uma dupla levantou várias vezes de seu lugar para olhar os cartazes e abriu o livro para consultar. As demais duplas olhavam em um ou outro momento os cartazes fixados na parede. Os mapas foram recolhidos pelas professoras para serem analisados e discutidos no próximo encontro.

No **20º encontro**, teve continuidade a elaboração dos mapas pelas duplas, e alguns delas, à medida que terminavam, pediam para passar o mapa a limpo. No **21º encontro**, as duplas de alunos desenharam seus mapas nas cartolinas e foi feito o sorteio para a apresentação. Surpreendeu o fato de todas as duplas presentes estarem dispostas a apresentar seus mapas, pois com relação aos mapas iniciais algumas duplas não quiseram participar do sorteio.

No **22º, 23º e 24º encontros** foram realizadas as apresentações. Os alunos estiveram comprometidos e atuantes. Apesar de muitos ainda se mostrarem tímidos, o medo que alguns demonstraram ao apresentar seus trabalhos iniciais fora vencido. Após as apresentações eram feitos comentários sobre os principais conceitos abordados, a disposição dos mesmos obedecendo à hierarquia, do mais geral para os mais específicos, as proposições formadas, os exemplos de algumas ordens, as relações

cruzadas. Foi recomendado que nos próximos mapas eles dessem prioridade aos conceitos mais importantes e tentassem estabelecer relações cruzadas.

Segue-se o exemplo da apresentação da dupla de alunos M7, M8. Essa dupla trouxe informações novas em relação ao mapa inicial, como os órgãos dos sentidos que são mais aguçados em alguns mamíferos: “Os mamíferos têm sentido bem apurado como o olfato e a visão. Eles são endotérmicos, quer dizer que eles vivem em qualquer ambiente. Eles possuem glândulas que produzem leite, mas isso é mais das fêmeas...” (M7). “Os mamíferos têm pelos, eles podem ser chamados de quirópteros, que são os morcegos, o único que voa, podem ser chamados de primatas, que somos nós os humanos, e podem ser chamados de cetáceos, que são as baleias. Tem mais exemplos, mas nós escolhemos esses pra colocar no nosso mapa” (M8).

No **25º encontro** iniciou-se o conteúdo sobre a reprodução dos mamíferos. A professora deu uma aula expositiva sobre a fecundação interna e a viviparidade e as exceções oviparidade e ovoviviparidade. Falou sobre o desenvolvimento embrionário, o período de gestação nas espécies e o número de filhotes gerado pelos mamíferos. Foi feita discussão geral com a turma sobre a importância da reprodução para a perpetuação das espécies.

O **26º encontro** teve início com a apresentação do episódio “O sexo”, de um DVD sobre o corpo humano, que teve a duração de 23 minutos. O documentário tratava de mostrar como os espermatozoides são produzidos e expelidos, como os ovários produzem óvulos, como ocorrem os processos de fertilização e implantação. Acompanhou-se o crescimento de um feto e o desenvolvimento de seus diferentes órgãos até o seu nascimento. Após a apresentação do filme, a discussão girou em torno do tema, pelo qual demonstraram grande interesse. A professora reforçou a importância do uso da camisinha para a prevenção de uma gravidez e de doenças sexualmente transmissíveis.

No **27º encontro**, os alunos assistiram a outro episódio do DVD sobre o corpo humano, que teve também a duração de 23 minutos: “Por dentro do útero”. O episódio focalizava os nove meses que um ser humano passa dentro do útero materno, mostrando como uma única célula fertilizada, quase invisível, aos poucos vai se dividindo até formar os olhos, as mãos, os órgãos internos, o cérebro... Após a apresentação foi solicitado que os alunos fizessem cartazes sobre o tema reprodução e sobre algumas ordens de mamíferos.

No **28º encontro**, foram formados três grandes grupos, para a montagem de cartazes sobre a reprodução dos mamíferos. Alguns alunos foram para a biblioteca pesquisar material sobre o assunto e a maioria permaneceu em classe consultando o material de apoio trazido pelas professoras. No **29º encontro**, foram apresentados três grandes painéis sobre a reprodução dos mamíferos. As apresentações e explicações foram dadas de acordo com o que eles conseguiram captar dos DVDs assistidos, das pesquisas feitas na biblioteca e na internet e dos conteúdos trabalhados em sala de aula.

No **30º encontro**, ocorreu a aplicação do pós-teste de forma individual, sem consulta, com as mesmas questões utilizadas no pré-teste (ver tabela 52, no Apêndice). No **31º encontro** foi realizada a avaliação final, também composta de cinco questões (ver tabela 53, no Apêndice). No **32º encontro**, as duplas de alunos construíram seu terceiro mapa conceitual. Foi solicitado que eles descrevessem os mapas, como se fosse uma apresentação. Percebeu-se que eles estavam mais interessados em apresentar seus

mapas do que em descrevê-los. Entretanto, os mapas não puderam ser apresentados, por falta de tempo. Foram feitos alguns comentários sobre os mapas elaborados e solicitou-se que eles os refizessem para entregar no próximo encontro. Os alunos demonstraram durante todo o processo estar evoluindo conceitualmente, com tendência a uma aprendizagem significativa.

No **33º encontro** as atividades foram finalizadas com a aplicação do questionário avaliativo sobre o mapa conceitual. Foi feita uma discussão geral sobre as atividades realizadas, com um agradecimento especial à participação e colaboração ativa dos alunos nas diversas atividades e à professora, por abrir não do seu planejamento e enfrentar em conjunto com a pesquisadora esses 33 encontros. A entrevista semiestruturada com dois alunos foi realizada posteriormente, num encontro específico.

7.3 Diagnóstico dos conhecimentos

Serão apresentados, discutidos e comparados os resultados referentes ao pré-teste, pós-teste e à avaliação final de conteúdo sobre o tema Mamíferos.

7.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos prévios

A classificação das respostas individuais no pré-teste encontra-se na tabela 51, no Apêndice. Apesar de não terem usado o conhecimento científico aceito pela matéria de ensino, os alunos demonstraram que possuíam algumas noções sobre o assunto a ser estudado, baseadas no senso comum. É o que revela as respostas dadas à primeira questão.

1) O que você entende por mamíferos?

O conhecimento científico diz que “mamíferos significa as espécies de animais portadores de mamas ou tetas que nas fêmeas produzem leite”. Foram consideradas como certas as respostas que trouxeram esta afirmação, ainda que com outra linguagem. Seis alunos (37%) responderam de forma adequada, como mostram estes dois exemplos: “Eu entendo que eles mamam na mãe quando são pequenos” (M4); “São filhotes que mamam na mãe” (M6). Eles demonstraram ter noção de que os mamíferos têm como principal característica a presença de glândulas mamárias nas fêmeas, que produzem leite para alimentação dos seus filhotes ou crias. Foram consideradas incompletas as respostas que se referiam apenas ao ato de mamar, como no seguinte exemplo: “São todos os seres que mama” (M1). Dez alunos (63%) responderam de forma incompleta. Não houve respostas erradas ou em branco.

2) Quais as características dos mamíferos que os diferenciam de outros animais?

Na segunda questão, esperava-se como conhecimento científico que eles respondessem que as características que diferenciam os mamíferos de outros animais são as glândulas mamárias e os pelos. Nenhum aluno conseguiu responder corretamente citando as duas características. Todavia, oito alunos (50%) responderam de forma

considerada incompleta, ao fazer referência a uma ou outra característica, como nos exemplos a seguir: “as patas porque eles correm muito e os pelos porque serve de agasalho e eles não sentem frio” (M1); “os pelos das raças dos cachorros” (M2). Os demais oito alunos tiveram suas respostas classificadas como erradas, como nestes dois exemplos: “a inteligência, dele ser dócil” (M5); “os dentes e as patas” (M6). Observa-se nestas respostas que os alunos não tinham muita noção de quais eram as principais características que definem a classe dos mamíferos, diferenciando-os de outras classes.

3) Fale sobre a reprodução dos mamíferos.

Na terceira questão verificou-se que os alunos tinham noção de que para haver a reprodução é necessária a presença do macho e da fêmea, porém, eles não usaram conceitos científicos para expressar esse conhecimento. As respostas de 15 alunos (94%) foram consideradas corretas para os conhecimentos iniciais. Exemplos: “a reprodução começa quando o macho e a fêmea se cruzam de um modo especial: pelo sexo” (M6); “eles tem uma noite de lua de mel” (M10). Observa-se na resposta de M6 que ele tem noção de que para haver a reprodução é necessário o macho e a fêmea. Já para o aluno M10, algo diferente precisa acontecer para nascer um filhote, e faz referência à “noite de lua de mel”, comparando com o que acontece na sociedade, onde para se ter um filhote é necessário o casamento, a união conjugal entre o macho e a fêmea, e também a prontidão prazerosa dos parceiros (lua de mel). Percebe-se que os dois têm noções prévias sobre reprodução que poderão servir de base para a formação dos conceitos científicos. Apenas um aluno (6%) respondeu de forma incompleta, ao dizer que “a reprodução é sexuada e assexuada porque o macho e a fêmea se cruzam” (M5).

4) Escreva o que você sabe sobre a alimentação e digestão dos mamíferos.

O conhecimento científico tem como resposta que os mamíferos possuem diversos hábitos alimentares e a digestão varia de acordo com o modo de vida de cada espécie. Há mamíferos herbívoros, como o boi, que possui o sistema digestório chamado de ruminante; carnívoros, como o leão e o cão; onívoros, que se alimentam de carne e também de plantas, como é o caso do homem. Depois de mastigados e insalivados na boca, os alimentos são engolidos e levados até o estômago, onde passam por transformações; seguem do estômago para o intestino delgado, onde os nutrientes vão para o sangue – através das paredes deste órgão as substâncias nutritivas são distribuídas pelo corpo do animal. Os resíduos dos alimentos seguem para o intestino grosso, que absorve a água e forma as fezes, que são mandadas para fora do corpo pelo ânus.

Nesta quarta questão esperava-se que os alunos dissessem que os hábitos alimentares variam de espécie para espécie e que o sistema digestório dos mamíferos é completo, os alimentos depois de ingeridos se transformam e passam por vários processos metabólicos, até serem aproveitados pelo organismo. Ou que citassem algum dos componentes do tubo digestório (boca, faringe, esôfago, estômago e intestino) e/ou dos órgãos anexos (glândulas salivares, pâncreas e fígado). As questões consideradas corretas faziam referência ao tipo de digestão, ou por onde ela começa, e citavam algum hábito alimentar dos mamíferos. Apenas três alunos (19%) tiveram suas respostas enquadradas nesta categoria. Disseram que a digestão se inicia pela boca e em seguida

citaram o hábito alimentar do mamífero escolhido, como se vê no exemplo a seguir: “começa pela boca e o cachorro novo come ração com leite” (M1). Os demais 13 alunos (81%) responderam de forma considerada incompleta, por terem feito referência apenas ao hábito alimentar do mamífero, como neste exemplo: “a alimentação dos mamíferos é leite e quando cresce come carne, rações e até sangue como no caso de alguns morcegos” (M10).

5) *Escreva um pequeno texto descrevendo o que você acha mais interessante no seu mamífero preferido.*

Nesta descrição, levou-se em conta referências sobre o sexo (macho ou fêmea), a presença de pelos (cerdas, crinas, lã), a locomoção do esqueleto (quadrúpedes, bípedes, nadadeiras, asas), órgãos dos sentidos apurados (olfato, cheiro e visão), hábitos alimentares, o fato de serem domésticos (capacidade de aprendizado social) ou selvagens (vivem em zoológicos, cavernas, florestas). Onze alunos (69%) responderam adequadamente, pois, embora tenham utilizado os conhecimentos do senso comum, em suas respostas estavam subentendidos alguns dos conceitos descritos acima, como se observa neste exemplo: “tem dentes bem afiados, tem asas, tem peitos, tem veneno, come inseto, frutas, não enxerga bem mas escuta, vive em cavernas, é o morcego” (M4). Cinco alunos (31%) deram respostas incompletas, citando algumas características, mas sem dizer a que mamífero estavam se referindo: “vive na água, nada muito, o olho é bem pequeno, tem muitos dentes e a boca é bem grande” (M2). A resposta deste aluno foi considerada incompleta porque ele não deixou claro se esta descrição refere-se a um mamífero, pode ser a descrição também da classe dos peixes.

7.3.2 Diagnóstico dos conhecimentos finais

O resultado do pós-teste, ao ser comparado ao pré-teste, permitirá identificar quais as possíveis evoluções dos alunos em relação ao tema estudado e como os conhecimentos iniciais deles se modificaram. Os alunos demonstraram que já estavam usando mais o conhecimento científico aceito pela matéria de ensino do que o conhecimento do senso comum revelado inicialmente. A classificação das respostas individuais encontra-se na tabela 52, no Apêndice.

1) *O que você entende por mamíferos?*

Dez alunos (62%) responderam de forma adequada a esta questão, como se vê nos seguintes exemplos: “mamíferos vem do latim que significa mama = glândula mamária e feros = portador” (M13); “animais que se alimentam do leite materno” (M14); “são fêmeas produtoras de leite” (M15). Os outros seis alunos (38%) responderam de forma incompleta, porque não fizeram referência à principal característica dos mamíferos, que é ser portador de glândula mamária. Exemplos: “mamíferos são animais que mamam” (M8); “são animais que se amamentam de leite” (M10). Na verdade, todos os mamíferos são portadores de glândulas mamárias, sendo estas atrofiadas nos machos, não se desenvolvendo para produzir leite, pois só as fêmeas possuem essa capacidade.

2) *Quais as características dos mamíferos que os diferenciam de outros animais?*

Nesta questão, 14 alunos (88%) tiveram suas respostas consideradas corretas, mencionando as duas características principais que diferenciam os mamíferos de outros animais, que são as glândulas mamárias e os pelos. Veja-se um exemplo: “é a presença de pelos e glândulas mamárias” (M15). Dois alunos (12%) tiveram suas respostas consideradas incompletas, referindo-se apenas a uma das características: “quando o mamífero possui glândula mamária” (M7). A análise das respostas dadas a esta questão permite concluir que os seis alunos cujas respostas foram consideradas erradas na questão anterior, por não mencionar a presença das glândulas mamárias ao dizer o que entendiam por mamíferos, sabiam que esta é uma característica que os distingue dos demais animais.

3) *Fale sobre a reprodução dos mamíferos.*

Oito alunos (50%) deram respostas corretas para esta questão, como a que se segue: “a fecundação é interna e durante a cópula o macho introduz o espermatozoide no útero da fêmea” (M10). Os demais alunos responderam de forma considerada incompleta, pelo fato de terem estudado o assunto e haverem respondido sem muita atenção aos conhecimentos científicos da matéria de ensino, como se observa nestes dois exemplos: “eles se reproduzem quando cruza o macho com a fêmea” (M2); “a reprodução se dá com o encontro dos casais macho e fêmea” (M9).

4) *Escreva o que você sabe sobre a alimentação e digestão dos mamíferos.*

Dez alunos (62%) responderam de forma correta, mas sem entrar em detalhes específicos da digestão, como mostram os exemplos a seguir: “o sistema digestório dos mamíferos é completo” (M12); “a digestão é completa começa da boca e vai até o ânus” (M15). Os outros seis alunos (38%) responderam de modo incompleto, como nestes dois casos: “a digestão começa com a saliva na boca” (M2); “o sistema digestório é formado pela boca, faringe e intestino” (M6).

5) *Escreva um pequeno texto descrevendo o que você acha mais interessante no seu mamífero preferido.*

Nesta questão todos os alunos descreveram seu mamífero preferido, citando o nome da espécie a que estavam se referindo e identificando características variadas, assimiladas por eles durante a matéria de ensino. As características mais citadas foram: sexo, macho e fêmea, reprodução, presença de pelos (cerdas, crinas, lã), presença de glândula mamária nas fêmeas, locomoção do esqueleto (quadrúpedes, bípedes, nadadeiras, asas), domésticos (capacidade de aprendizado social) ou selvagens (vivem em zoológicos, cavernas, florestas), órgãos dos sentidos apurados (olfato, cheiro e visão), hábito alimentar. Exemplos: “Meu mamífero preferido é macho, tem os olhos grandes e bem azuis, é bem peludo e branquinho, pula muito e alto, ou anda na ponta dos pés, tem 4 patas, é carnívoro, reprodutor... interessante é quando ele está cruzando com a fêmea, [...] tem uma cauda que fica esperta quando ele sente alguma coisa, mas ele é um pouco surdo. Tem os sentidos bem apurados, vive no sofá de casa, não gosta

de rato, barata e passarinho, é carinhoso e amigo, vê longe por isso ele tem sete vidas, ele é um gato.” (M1); “Ele é muito manso, inteligente, tem o olfato muito bom, fareja tudo, é amigo e protetor, mas se mexerem com ele ou com o dono ele vira um bicho feroz, late muito alto e ataca, tem quatro patas, cauda longa e bem peluda [...] interessante são os filhotinhos que nascem bem peludo [...] ele é capa preta, é o pastor alemão” (M3).

7.3.3 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste

A tabela 13 resume os resultados gerais das respostas dos alunos no pré-teste e no pós-teste. O percentual de respostas consideradas certas passou de 44% no pré-teste para 65% no pós-teste. No pós-teste não houve respostas erradas nem em branco. Observa-se que houve uma evolução expressiva no que se refere às respostas dadas à segunda questão. No pré-teste nenhum aluno conseguiu responder corretamente a esta questão – 50% deram respostas incompletas e os demais responderam de forma errada –, ao passo que no pós-teste 88% dos alunos responderam corretamente, demonstrando que incorporaram os conceitos referentes às duas principais características que distinguem os mamíferos: glândulas mamárias e pelos. Por outro lado, na terceira questão, que aborda a reprodução dos mamíferos, parece ter havido uma involução no conhecimento dos alunos, uma vez que o percentual de respostas certas caiu de 94% para 50%. O que ocorreu é que as respostas baseadas no senso comum, consideradas corretas no pré-teste, não foram aceitas com tal no pós-teste, exigindo-se conhecimentos científicos da matéria estudada. Oito alunos corresponderam satisfatoriamente a esta exigência. Assim, percebe-se claramente que os alunos da sexta série “A”, em relação ao tema estudado Mamíferos, ao final da intervenção sabiam muito mais do que no início.

Tabela 13

Resultado geral do pré-teste e do pós-teste, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Questões	Número de respostas							
	Pré-teste				Pós-teste			
	C	I	E	B	C	I	E	B
1	06	10	-	-	10	06	-	-
2	-	08	08	-	14	02	-	-
3	15	01	-	-	08	08	-	-
4	03	13	-	-	10	06	-	-
5	11	05	-	-	10	06	-	-
Σ	35	37	08	-	52	28	-	-
Σ/T %^a	44	46	10	-	65	35	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em branco.

^a Percentual do somatório da categoria de respostas sobre o total de respostas em cada teste (80).

7.3.4 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção

A avaliação final do conteúdo estudado sobre os mamíferos teve como finalidade complementar o diagnóstico dos conhecimentos dos alunos ao final da intervenção. Os resultados individualizados por aluno encontram-se na tabela 53, no Apêndice. A tabela 14 abaixo traz a síntese dos resultados para o conjunto dos 16 alunos. Como se vê, o índice total de acertos situou-se em 56%, abaixo do registrado no pós-teste, o que provavelmente se deve à maior complexidade das questões da avaliação final. A pergunta em que os alunos apresentaram mais dificuldade foi a quinta, referente ao sistema circulatório, observando-se um índice de acertos de apenas 44%. A análise dos mapas conceituais progressivos permitirá avaliar melhor a evolução dos alunos.

Tabela 14

Resultado geral da avaliação final, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Questões	Número de respostas				
	C	I	E	B	Total
1	10	03	03	-	16
2	09	06	01	-	16
3	10	06	-	-	16
4	09	05	02	-	16
5	07	06	03	-	16
Σ	45	26	09	-	80
Σ/T %	56	33	11	-	100

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em Branco.

A primeira pergunta da avaliação final tratava sobre os órgãos dos sentidos dos mamíferos e esperava-se que as respostas estivessem próximas do seguinte conhecimento: “No cérebro dos mamíferos existem regiões que são comandadas pelo sistema nervoso periférico, formado por nervos que transmitem impulsos nervosos entre o sistema nervoso central e as diversas regiões do corpo. Eles percebem por meio de vários órgãos – como a pele, nariz, língua, orelha, olhos –, que auxiliados pelo cérebro e nervos são responsáveis pelo tato, olfato, paladar, audição e visão. Os sentidos são utilizados para diversas funções, que vão desde a caça até o acasalamento. Estes podem ser mais desenvolvidos em umas espécies do que em outras, dependendo de sua necessidade de sobrevivência. Por exemplo, os cães, têm o olfato muito desenvolvido, distinguem o seu dono pelo cheiro; outros mamíferos enxergam e ouvem muito bem, como é o caso do gato.”

1) Fale sobre a importância dos órgãos dos sentidos nos mamíferos citando um exemplo.

Dez alunos (62%) deram respostas consideradas corretas, como nestes exemplos: “a importância dos sentidos depende também das espécies, o cão fareja” (M6); “sem o paladar o mamífero não pode se alimentar, sem a visão não pode ver porque quem orienta tudo é o nosso cérebro” (M8). Três alunos responderam de forma incompleta (19%), citando de forma geral, sem especificar qual dos sentidos seria o mais apurado nos mamíferos: “são os sentidos que vão garantir a vida dos mamíferos que é diferente de um

para o outro” (M15). Os outros três alunos responderam errado, como no exemplo: “os órgãos dos sentidos servem para eles melhorarem seu estilo de vida” (M5).

2) Descreva resumidamente como os resíduos são eliminados pelos mamíferos.

Na segunda pergunta, a resposta baseada no conhecimento seria: “Os resíduos são eliminados pelos mamíferos pela pele (o suor), pelo sistema digestório (as fezes), pelo sistema respiratório (o gás carbônico) e por meio do sistema urinário (a urina).” A resposta foi considerada certa quando o aluno mencionou e explicou sobre um ou mais sistemas de eliminação. A resposta foi considerada incompleta quando o aluno citou um dos sistemas sem dar explicação.

Nove alunos (56%) acertaram a resposta, de acordo com os exemplos a seguir: “os resíduos eliminados no corpo é o suor, e depois da digestão as fezes” (M7); “junto com a urina e as fezes são eliminados os resíduos do nosso corpo” (M10). Seis alunos (38%) responderam de forma considerada incompleta, como no exemplo: “os resíduos são eliminados nas fezes” (M3). Apenas um aluno (6%) respondeu de modo incorreto: “os resíduos são eliminados pelo leite materno” (M9). Percebe-se que este aluno realmente não sabia de que assunto se tratava a pergunta e, para não deixar a questão em branco, respondeu o que lhe veio à cabeça.

3) Explique o que é viviparidade e dê um exemplo de período de gestação.

Os conhecimentos científicos atribuídos à viviparidade e ao período de gestação eram: “A viviparidade ocorre quando os filhotes dos mamíferos se desenvolvem dentro do corpo da mãe, no útero, protegidos pela placenta, chamados também de placentários. O tempo de gestação depende da espécie, por exemplo, no cachorro é de dois meses, no coelho é de um mês, no ser humano é de nove meses.” As respostas consideradas certas foram aquelas em que os alunos souberam dizer o que era viviparidade e deram um exemplo do tempo de gestação referente a um mamífero.

Dez alunos (62%) deram respostas corretas, como nestes dois exemplos: “o feto vive na barriga da mãe como o potrinho que leva um ano pra nascer” (M9); “a fêmea leva o filhotinho dentro da sua barriga, como o coelhinho que nasce com um mês” (M14). Foram consideradas respostas incompletas aquelas em que os alunos apenas explicaram o que era viviparidade ou então somente exemplificaram. Foi este o caso dos outros seis alunos (38%): “o feto é gerado dentro da barriga” (M10); “é quando dentro da pança já tem um ser vivo” (M15).

4) Como acontece a respiração nos mamíferos?

A resposta correta a esta questão relacionada ao conhecimento científico seria: “Os mamíferos possuem respiração exclusivamente pulmonar. O sistema respiratório deles é formado pelos pulmões e pelas vias respiratórias (fossas nasais, faringe, laringe, traqueia e brônquios). Os movimentos de entrada (inspiração) e saída do ar (expiração) são controlados por um músculo que separa o tórax do abdômen: o diafragma. Na inspiração o tórax dilata-se, devido à contração dos músculos diafragma e intercostais externos; na expiração, por ser um processo menos ativo, em função do relaxamento dos músculos, ocorre diminuição do volume do tórax. Foram consideradas corretas as respostas que se aproximaram deste conhecimento. Foram consideradas respostas

incompletas aquelas em que o aluno fez referência só ao tipo de respiração, ou apenas à inspiração ou expiração.”

Nove alunos (56%) responderam de forma satisfatória a esta questão, como neste exemplo: “a respiração é através dos pulmões entrando e saindo o ar que se renova o tempo todo” (M9). Cinco alunos (31%) responderam de forma considerada incompleta: “os mamíferos respiram pelos pulmões” (M10). Os dois outros alunos (13%) deram respostas erradas: “os mamíferos respiram pelas narinas” (M15); “pelas fossas nasais o ar entra e sai” (M16).

5) Como acontece a circulação do sangue nos mamíferos?

O conhecimento científico esperado como resposta correta a esta questão deveria ser próximo de: “A circulação nos mamíferos é feita pelo sistema circulatório, que é formado por vasos sanguíneos e coração. É dita circulação dupla, fechada e completa. O coração tem quatro cavidades (dois átrios e dois ventrículos com separação entre eles). Um sistema circulatório diz-se completo quando o sangue venoso separa-se completamente do sangue arterial. O sangue oxigenado e não oxigenado não se misturam, portanto, os tecidos do corpo recebem somente sangue oxigenado. Um sistema circulatório diz-se fechado quando as células do sangue estão sempre dentro de vasos sanguíneos. Este sistema é composto por um líquido que leva nutrientes às células e elimina seus resíduos. Nos seres humanos o sangue está em sistema fechado formado pelo coração, artérias, arteríolas, capilares, vênulas e veias. A circulação acontece no lado direito do coração, onde circula apenas o sangue rico em gás carbônico, proveniente de todo o corpo; e no lado esquerdo, onde circula somente sangue rico em oxigênio, que vem dos pulmões. O sangue que parte do coração leva consigo os produtos úteis às células de todo o organismo e delas recolhe gás carbônico e outras substâncias. Essa troca transforma-o em sangue rico em gás carbônico, que volta ao coração e daí vai para os pulmões, onde recebe oxigênio e elimina o gás carbônico.”

Foram consideradas como corretas as respostas que mais se aproximaram do conhecimento científico. As respostas foram classificadas incompletas quando os alunos não se preocuparam em explicar como acontecem os dois tipos de circulação, falando apenas de um deles. Sete alunos (43%) responderam à questão de forma correta: “a circulação nos mamíferos é fechada porque o sangue só circula no interior dos vasos indo pra todo corpo” (M9). Seis alunos (38%) responderam de forma considerada incompleta, como neste exemplo: “acontece quando o sangue oxigenado é enviado pelas artérias” (M15). Três alunos (19) erraram a questão, como no seguinte exemplo: “ao sair do coração para os pulmões o sangue é transformado em gás carbônico que é distribuído pelo corpo” (M5).

7.4 A progressão dos mapas conceituais

7.4.1 Análise dos mapas MCI

Neste estudo os mapas foram elaborados por duplas de alunos. O conjunto de mapas iniciais trouxe vários conceitos relevantes da matéria de ensino, revelando que os

alunos possuíam conhecimentos prévios para ancorar os novos conhecimentos científicos que faziam parte do tema a ser estudado. No que se refere à característica exclusiva e geral de todos os mamíferos, representada pela presença de glândulas mamárias, esta foi citada apenas por uma dupla, como “animais que mamam na mãe”. Seis duplas registraram em seus mapas que “mamíferos são animais que mamam”. Outra característica exclusiva dos mamíferos, que é a presença de pelos, foi trazida apenas por duas duplas.

Dentre as características específicas dos mamíferos, a reprodução sexuada, por exemplo, foi citada nos mapas de sete duplas, usando o conhecimento do senso comum ou o conhecimento científico: a reprodução se dá “quando junta o macho com a fêmea”, ocorre “através do sexo”, é “sexuada”. Conceitos sobre o *habitat* dos mamíferos, que podem ser “aéreos, aquáticos ou terrestres”, assim como os tipos de comportamento, distinguindo-os entre “selvagens ou domésticos”, foram trazidos nos mapas de seis duplas.

Neste conjunto de mapas, todas as linhas de ligação entre conceitos/ideias possuíam conectores, formando proposições. A qualidade das proposições situou-se entre regular e boa. Em dois mapas apareceram ligações cruzadas e quatro citaram exemplos. Uma dupla de alunos elaborou um mapa classificado como bom, com elevado grau de hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Nos mapas de cinco duplas estes aspectos apresentaram níveis médios. Duas duplas de alunos apresentaram mapas considerados deficientes, com hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa classificadas como baixas.

Tabela 15
Qualidade dos mapas MCI, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
M1, M2	M	11	10	10	9	1	-	M	M	MR
M3, M4	M	13	12	12	12	-	3	M	M	MR
M5, M6	M	13	13	12	12	-	3	M	M	MR
M7, M8	A	15	15	16	16	2	3	A	A	MB
M9, M10	B	14	11	13	10	-	-	B	B	MD
M11, M12	B	11	9	10	8	-	-	B	B	MD
M13, M14	M	11	10	10	10	-	2	M	M	MR
M15, M16	M	11	10	10	10	-	-	M	M	MR

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

7.4.2 Análise dos mapas MCII

Neste conjunto de mapas elaborados durante o estudo do tema, todas as duplas registraram as duas características exclusivas e gerais dos mamíferos representadas pela presença de “glândulas mamárias” e de “pelos”. A origem do surgimento dos mamíferos, assim como os ancestrais desta espécie, aparece nos mapas de três duplas. Foram citadas outras características gerais importantes dos mamíferos: endotermia (seis duplas); respiração e circulação (duas duplas); os sentidos do olfato e visão (uma dupla). Sete duplas fizeram referência ao *habitat* dos mamíferos, que podem ser “aéreos, aquáticos ou terrestres”, enquanto apenas uma dupla citou o seu comportamento social – “selvagens ou domésticos”. Nenhum mapa trouxe informações sobre a alimentação destes animais.

A classe dos mamíferos se subdivide em três grandes subclasses: prototérios (ovíparos), metatérios (marsupiais) e eutérios (placentários), as quais possuem várias ordens. A subclasse dos eutérios foi citada por quatro duplas, com referência às ordens Carnívora, Cetácea, Herbívora, Proboscídeo, Quiróptera, Primata e Sirênio, tendo cada dupla incluído de duas a cinco ordens em seus mapas. Alguns mapas trouxeram conceitos de tópicos que ainda não haviam sido estudados, como a reprodução “sexuada” dos mamíferos (duas duplas) e o conceito de “viviparidade” (uma dupla).

Todas as duplas organizaram seus mapas de forma hierárquica, atingindo graus diferenciados de hierarquia: alto (quatro duplas), médio (duas) e baixo (duas). Apenas uma dupla deixou linhas de ligação sem conectores. A qualidade das proposições formuladas foi boa na maioria dos mapas. Seis duplas de alunos aplicaram os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. O estabelecimento de ligações cruzadas foi observado em quatro mapas. De forma geral, os alunos revelaram progresso em relação aos mapas iniciais.

Tabela 16

Qualidade dos mapas MCII, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
M1, M2	A	16	16	17	17	2	-	A	A	MB
M3, M4	A	16	16	16	16	1	3	A	A	MB
M5, M6	A	17	17	21	21	6	-	A	A	MB
M7, M8	M	15	15	14	14	-	-	M	M	MR
M9, M10	A	16	15	26	21	10	-	A	A	MB
M11, M12	B	16	15	15	14	-	-	B	B	MD
M13, M14	M	16	16	16	16	-	-	M	M	MR
M15, M16	B	11	10	16	9	-	-	B	B	MD

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

7.4.3 Qualidade dos mapas MCIII

Os oito mapas realizados depois do estudo do tema trouxeram alguns conceitos científicos novos relevantes sobre os Mamíferos, mas deixaram de incluir conceitos importantes que haviam sido anteriormente citados. A presença de “glândulas mamárias” e “pelos” e a característica específica de “homeotermia” foram referidas por uma única dupla. A origem do surgimento dos mamíferos, assim como os ancestrais desta espécie, aparece também apenas em um mapa final. A evolução dos mamíferos através dos “répteis” foi mencionada por duas duplas. Outros conceitos apresentados foram: respiração (três duplas); *habitat* (duas duplas); circulação (uma dupla); digestão e excreção (uma dupla); coluna vertebral (uma dupla); comportamento social (uma dupla). Conceitos relativos à alimentação e ao sistema nervoso não foram incluídos em nenhum mapa.

A subclasse dos eutérios ou placentários foi citada por três duplas, que mencionaram em seus mapas de uma a quatro ordens: Carnívora, Cetácea, Proboscídeo, Primata, Quiróptera, Roedores e Sirênio. Seis duplas de alunos abordaram em seus mapas a “reprodução” dos mamíferos: “sexuada”, com “fecundação interna” e “sexos separados”, cujos “machos” possuem “testículos” produtores de “espermatozoides” e a “fêmea produz o óvulo”. No que se refere ao desenvolvimento dos mamíferos, cinco duplas incluíram o conceito de “viviparidade”, registrando que eles se desenvolvem “dentro do corpo da mãe”, especificamente na “placenta”. Apenas uma dupla citou os três tipos de desenvolvimento embrionário.

De forma geral, os alunos demonstraram ter adquirido conceitos científicos sobre o tema objeto de estudo, registrando progresso em seus mapas finais. Seis duplas tiveram seus mapas classificados como bons, apresentando diferenciação progressiva e reconciliação integrativa altas. Duas duplas de alunos, todavia, não manifestaram evolução em termos de aprendizagem ao longo do processo.

Tabela 17

Qualidade dos mapas MCIII, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
M1, M2	A	15	15	17	17	2	3	A	A	MB
M3, M4	A	17	17	19	19	4	3	A	A	MB
M5, M6	A	18	18	24	24	6	4	A	A	MB
M7, M8	A	17	17	18	18	1	-	A	A	MB
M9, M10	M	17	17	23	23	10	-	A	A	MB
M11, M12	B	16	13	15	13	-	4	B	B	MD
M13, M14	M	16	16	17	17	-	-	M	M	MR
M15, M16	A	15	15	16	15	1	3	A	A	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

7.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas

Nos mapas conceituais elaborados no primeiro momento, antes da intervenção, de acordo com os critérios adotados para o enquadramento nas categorias descritas, verificou-se que uma dupla de alunos conseguiu elaborar um bom mapa conceitual; cinco duplas demonstraram possuir alguns conhecimentos básicos sobre a matéria de ensino, que podiam servir de ancoradouro para os novos conhecimentos, com mapas enquadrados na categoria MR; e as outras duas duplas construíram mapas deficientes.

Com relação aos mapas desenvolvidos no segundo momento, durante a intervenção, observou-se que três duplas que haviam elaborado mapas regulares e uma que havia apresentado mapa deficiente evoluíram na sua aprendizagem, conseguindo elaborar mapas classificados como bons. O número de mapas deficientes, porém, permaneceu o mesmo, porque uma dupla apresentou retrocesso no seu mapa, passando de MR para MD. A situação apresentada evidencia, no grupo como um todo, avanço na aprendizagem conceitual e uma resposta positiva em relação ao instrumento utilizado.

Quanto aos mapas conceituais elaborados no terceiro momento, depois da intervenção, a análise das categorias indica um novo aumento no número de mapas classificados como bons, correspondendo a 75% dos alunos. Uma dupla com MR no segundo momento e outra com MD conseguiram avançar na elaboração de seus mapas, passando para a categoria MB.

Comparando os resultados do terceiro momento com os do primeiro, observa-se que houve uma melhoria significativa na qualidade dos mapas, com o número de mapas bons passando de um para seis. Entretanto, duas duplas de alunos não apresentaram qualquer evolução, permanecendo nas categorias MD (M11, M12) e MR (M13, M14).

Tabela 18

Resultado geral da qualidade dos três mapas, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	MCI (antes)			MCH (durante)			MCII (depois)		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
M1, M2	-	1	-	1	-	-	1	-	-
M3, M4	-	1	-	1	-	-	1	-	-
M5, M6	-	1	-	1	-	-	1	-	-
M7, M8	1	-	-	-	1	-	1	-	-
M9, M10	-	-	1	1	-	-	1	-	-
M11, M12	-	-	1	-	-	1	-	-	1
M13, M14	-	1	-	-	1	-	-	1	-
M15, M16	-	1	-	-	-	1	1	-	-
TOTAL	1	5	2	4	2	2	6	1	1
%	12	63	25	50	25	25	75	12	12

Nota. MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

7.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais

Apresenta-se a seguir três conjuntos de mapas conceituais progressivos elaborados em duplas, que mostram a evolução do significado do conceito Mamíferos entre os estudantes da 6ª série “A”.

7.5.1 Caso 1: alunos M1, M2

A construção inicial (figura 23) apresenta o tipo de reprodução dos mamíferos, como ela ocorre, e fornece exemplos: “mamíferos reproduzem-se sexuadamente, o macho e a fêmea se cruzam e nascem filhotes de leão, de tigre, de cachorro, de gato”. Cita também uma característica importante desses animais: “mamíferos são animais que mamam”. Houve uma tentativa de relação cruzada ao formar as seguintes proposições: “mamíferos são animais que mamam quando são filhotes”. Esta tentativa tornou-se inválida pelo fato da dupla utilizar o verbo “mamam” como conceito. Os conceitos “mamíferos, sexuadamente, macho, fêmea, filhotes, leão, tigre, cachorro, gato”, são relevantes do tema proposto, demonstrando que os alunos desta dupla possuem conhecimentos prévios e que estes se encontram em pleno estado de evolução.

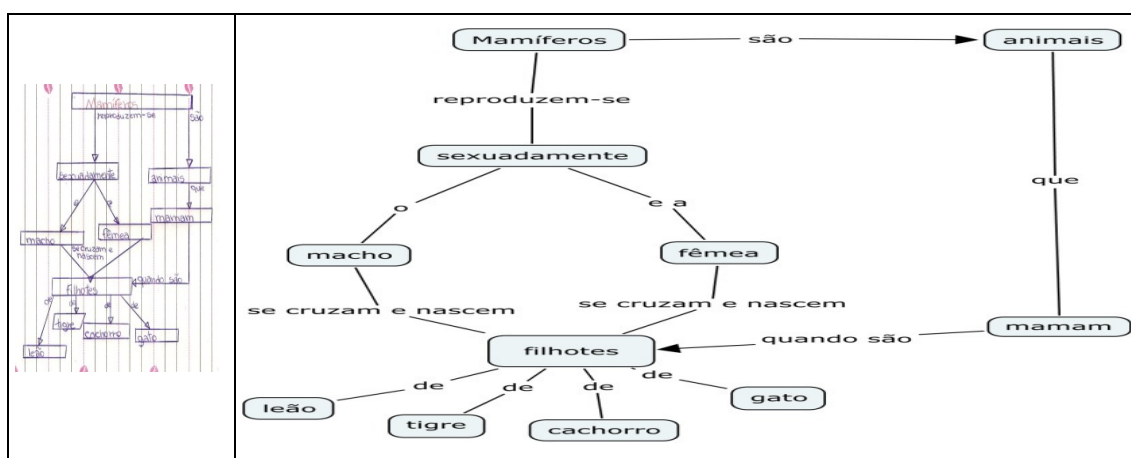


Figura 23: Mapa Conceitual I (M1, M2) - Mapa Bom

O mapa apresenta hierarquia conceitual válida, com cinco níveis hierárquicos. Todas as linhas de conexão entre os conceitos/ideias estão seguidas de palavras de ligação, embora apareçam artigos, preposições e um pronome relativo como conectores. Estas informações trazidas inicialmente estão de acordo com as respostas apresentadas pelos alunos no pré-teste. Ao falar o que sabiam sobre a reprodução dos mamíferos eles disseram: “a reprodução é sexuada do macho cruzando com a fêmea” (M1); “os dois sexos se encontram e se acasalam” (M2). Estes alunos já possuem alguns subsunçores apropriados para o desenvolvimento cognitivo do tema que será estudado.

O segundo mapa conceitual da dupla (figura 24) apresenta as principais características que diferenciam os mamíferos das outras espécies animais, que são a presença de “glândula mamária e pelos”, conceitos centrais e relevantes da matéria de ensino. Menciona a origem dos mamíferos, utilizando o conceito “220 milhões de anos”. E cita os tipos de *habitat* dos mamíferos (aquáticos, terrestres e aéreos), exemplificando cada um e finalizando com a informação da ordem a que pertencem.

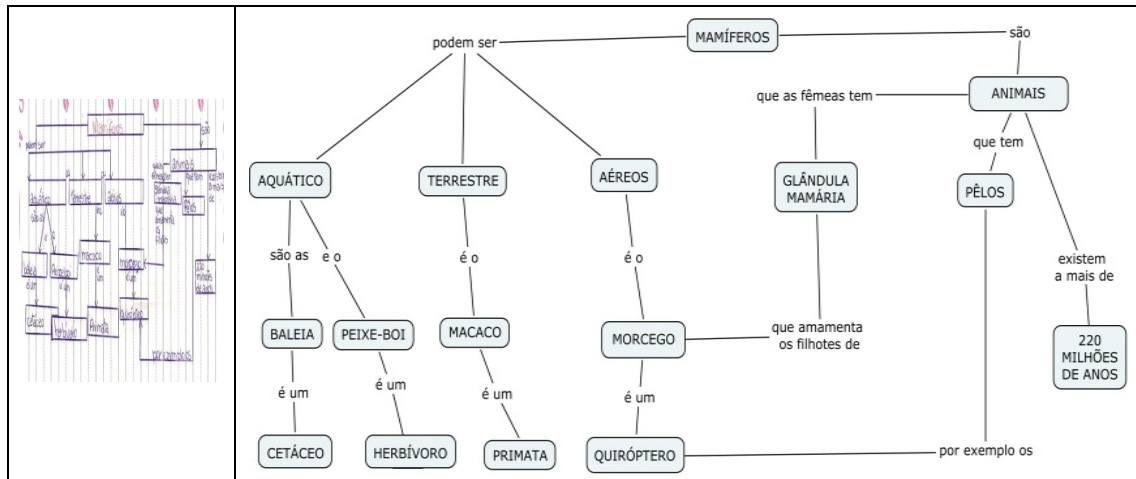


Figura 24: Mapa Conceitual II (M1, M2) - Mapa Bom

O mapa é hierárquico, possuindo quatro níveis de hierarquia. Os conceitos “cetáceo, herbívoro, primata e quiróptero”, que aparecem no último nível da hierarquia, são os mais inclusivos e poderiam ter sido colocados no segundo nível. A dupla incorporou vários conceitos/ideias novos e relevantes e formulou proposições válidas. Foram realizadas duas ligações cruzadas, com as seguintes proposições: “mamíferos são animais que as fêmeas têm glândula mamária que amamenta os filhotes de morcego”; “mamíferos são animais que têm pelos, por exemplo, os quirópteros”. Este mapa indica que houve evolução conceitual da dupla de alunos no que se refere ao conteúdo estudado sobre mamíferos. A apresentação e explicação do mapa demonstrou que os conceitos/ideias estão sendo compreendidos por eles, embora ainda encontrem dificuldades na sua organização.

O terceiro mapa (figura 25) apresenta do lado direito a origem e a descendência dos mamíferos, através de duas proposições: “mamíferos evoluíram dos répteis”, “mamíferos evoluíram a mais de 220.000 anos”. No lado esquerdo traz as principais características dos mamíferos e no centro organiza os conceitos sobre reprodução. Há informações sobre a fecundação e sobre o desenvolvimento embrionário: “mamíferos são vivíparos que vivem dentro do útero”. Todos os conceitos e palavras de ligação estão formando proposições válidas. Há duas relações cruzadas, formando as seguintes proposições: “filhotes que desenvolveu no útero” e “répteis nascem de óvulo”. Nesta última proposição a dupla usou o conceito óvulo ou ovo para mostrar o tipo de desenvolvimento embrionário dos répteis, que são ovíparos.

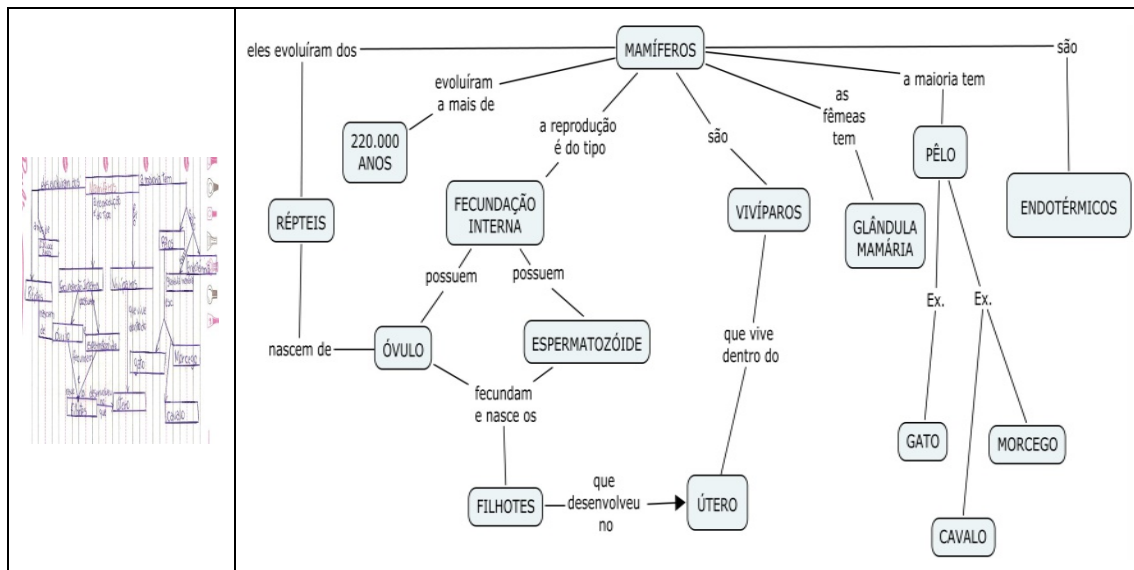


Figura 25: Mapa Conceitual III (M1, M2) - Mapa Bom

O mapa apresenta conceitos/ideias centrais e relevantes da matéria de ensino. Os alunos mantiveram conceitos importantes trazidos no mapa anterior e agregaram novos conceitos sobre a reprodução e o desenvolvimento embrionário: “fecundação interna, óvulo, espermatozoide, útero, vivíparos”. As dificuldades observadas na organização de alguns conceitos no segundo mapa não se repetiram neste mapa, que apresenta boa hierarquia, partindo do conceito mais geral para os mais específicos. Os princípios ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa também estão presentes. O mapa evidencia que a dupla de alunos adquiriu novos conhecimentos sobre o tema estudado, o que foi confirmado quando apresentaram e explicaram o mapa.

7.5.2 Caso 2: alunos M3, M4

O mapa inicial (figura 26) apresenta conceitos/ideias relevantes para a matéria de ensino. Mostra como ocorre a reprodução nos mamíferos e traz informações sobre o *habitat* e hábitos alimentares. Todas as linhas de ligação possuem conectores, formando proposições, e foram mencionados exemplos. A utilização do verbo “mamam” como conceito invalidou a proposição formada sobre os mamíferos. Ao dispor os conceitos sobre a forma como ocorre a reprodução nos mamíferos, o conceito “sexuada” foi colocado no último nível da hierarquia, quando deveria estar em um nível mais elevado, pois trata-se de um conceito central e relevante. O mapa possui estrutura hierárquica com apenas três níveis e apresenta tímida diferenciação progressiva entre os conceitos/ideias apresentados. Não houve tentativa de estabelecer relação cruzada. Os alunos demonstraram possuir conhecimentos prévios relevantes que poderiam servir de base para um processo de evolução conceitual ao longo do estudo do tema.

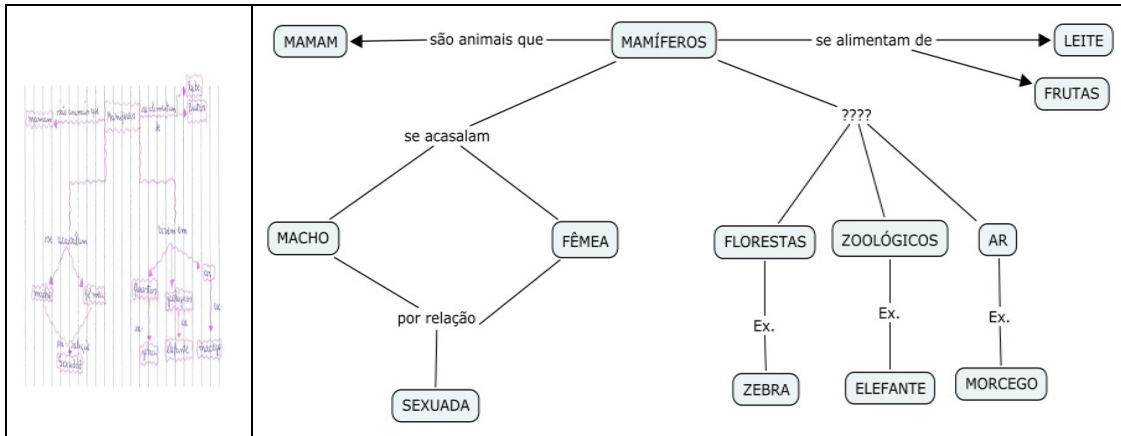


Figura 26: Mapa Conceitual I (M3, M4) - Mapa Regular

O segundo mapa conceitual desta dupla (figura 27) apresenta as principais características dos mamíferos, que são a presença de “glândulas mamárias” e de “pelos”. Vários conceitos relevantes da matéria de ensino estão incluídos. Há a informação de que os mamíferos são “animais de sangue quente”, “endotérmicos”. A origem dos mamíferos é citada, através do conceito “200 milhões de anos”, bem como a sua descendência dos “répteis”. São mencionados os três tipos de *habitat* dos mamíferos, seguidos de exemplos. Há uma ligação cruzada, que forma a proposição “baleia não tem pelos”. Quando perguntados sobre esta informação, eles disseram que ao pesquisar sobre as baleias verificaram que quando adultas algumas tinham pouco ou nenhum pelo, então, optaram por colocar no mapa que não possuíam pelos.

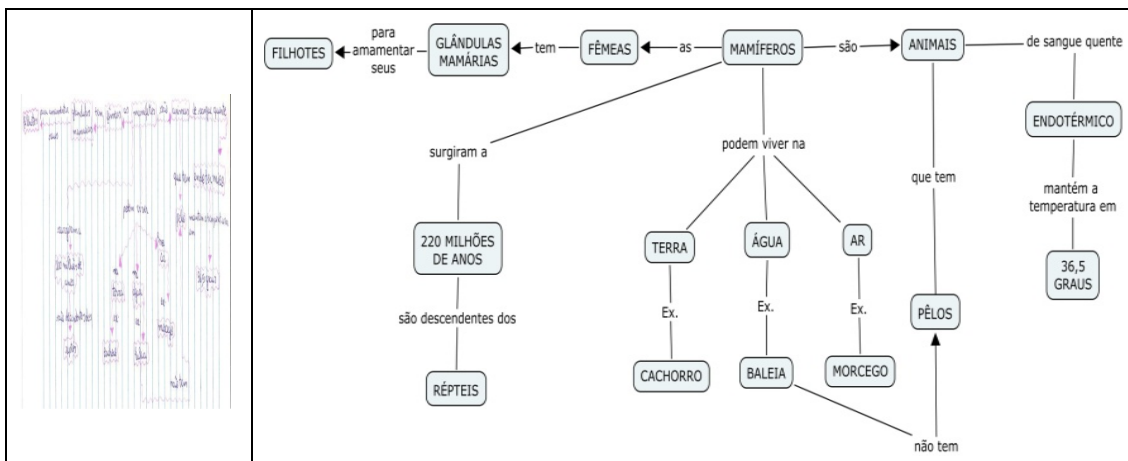


Figura 27: Mapa Conceitual II (M3, M4) - Mapa Bom

Esta dupla de alunos demonstrou que estava em fase de construção do conhecimento sobre o tema. Eles incorporaram conceitos/ideias novos e relevantes e conseguiram estabelecer um bom número de relações entre eles, utilizando palavras de ligação adequadas e formando proposições válidas. A hierarquização dos conceitos é satisfatória, partindo do mais geral para o mais específico. Na apresentação, a dupla demonstrou que os conceitos/ideias estavam sendo bem compreendidos.

O terceiro mapa conceitual (figura 28) apresenta os conceitos gerais que constavam no mapa anterior e incorpora conceitos novos, sobre algumas ordens existentes e sobre os tipos de desenvolvimento embrionário dos mamíferos. A dupla demonstrou entendimento do assunto, apresentando um dos conceitos centrais dos mamíferos – a viviparidade –, fazendo referência às exceções que ocorrem na classe, como a oviparidade e a ovoviviparidade. O mapa é bidimensional e possui hierarquia vertical com seis níveis. Ao formar as proposições, os alunos realizaram diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, estabelecendo duas ligações cruzadas. Este mapa final revela conhecimento sobre o tema estudado, incluindo conceitos/ideias centrais e relevantes da matéria de ensino, e representa significativa evolução conceitual em relação ao primeiro mapa elaborado pela dupla de alunos.

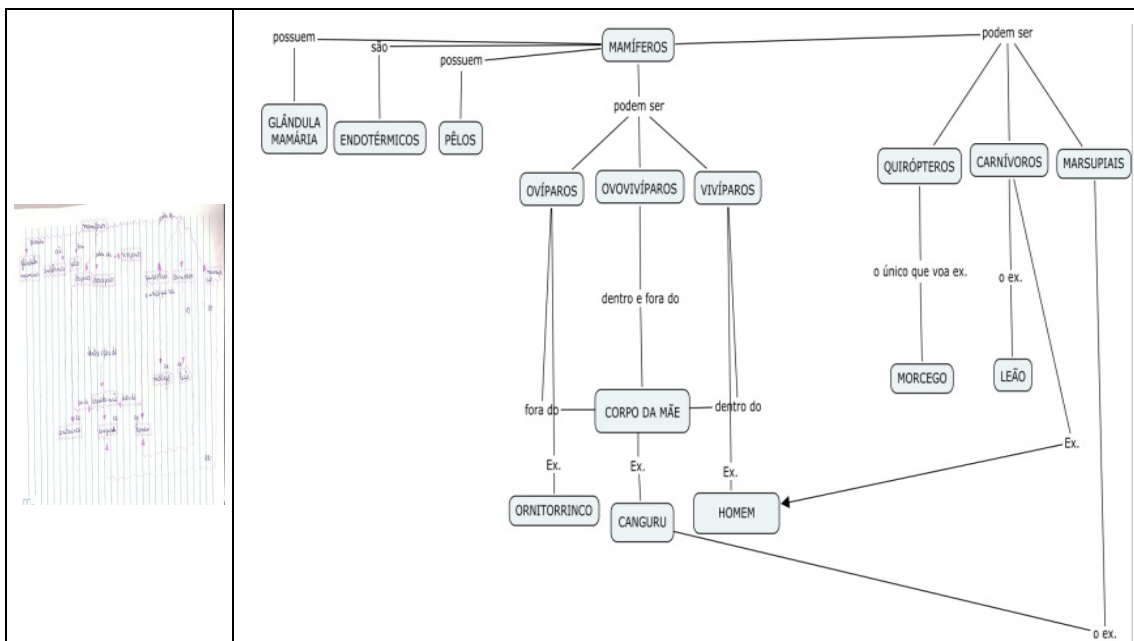


Figura 28: Mapa Conceitual III (M3, M4) - Mapa Bom

7.5.3 Caso 3: alunos M7, M8

Na construção do mapa inicial (figura 29), os alunos incluíram conceitos referentes ao tipo de reprodução dos mamíferos, suas principais características, *habitat* e hábitos alimentares. Ao apresentar os conceitos/ideias “pelo” e “crina” demonstraram ainda não ter clara a noção de que ambos significam a mesma coisa, possuindo a mesma função: conservar o calor, fornecer proteção, servir de defesa e perceber o meio ao redor – o que lhes foi explicado durante as apresentações. Houve tentativa de ligação cruzada ao relacionar o sexo dos mamíferos, que podem ser macho ou fêmea, ao modo como ocorre a reprodução entre eles. O mapa é bidirecional e possui estrutura hierárquica com seis níveis. Os conceitos/ideias estão organizados do mais geral para os mais específicos.

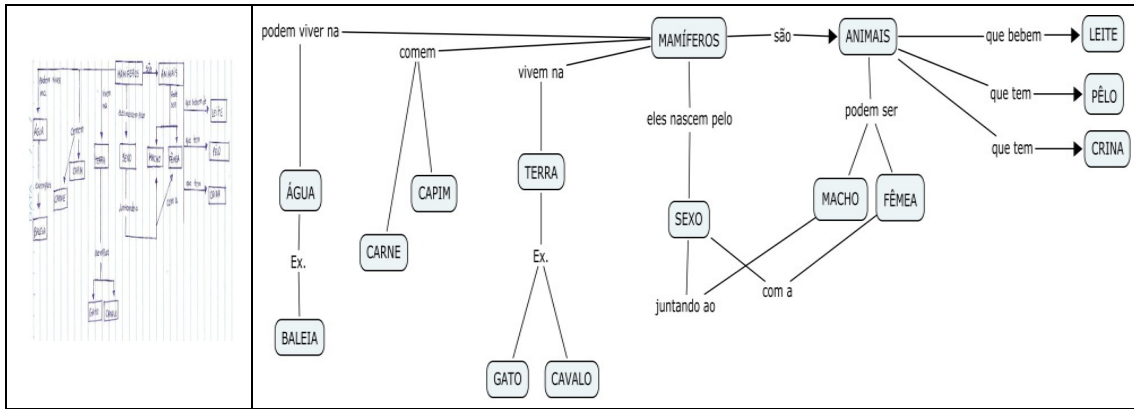


Figura 29: Mapa Conceitual I (M7, M8) - Mapa Bom

O segundo mapa conceitual (figura 30) apresenta as principais características que diferenciam os mamíferos das outras espécies animais: “glândulas, pelos, endotérmicos”. Há também referência à classificação das ordens de alguns mamíferos, seguidas de exemplos, e aos sentidos apurados do olfato e da visão. Não houve formação de relações cruzadas. O mapa possui estrutura hierárquica, com tendência à bidimensionalidade. Os conceitos foram dispostos nos níveis de hierarquia adequados, partindo do mais geral para o mais específico. Ele mostra mudança na estrutura cognitiva da dupla em relação à matéria de ensino, comparativamente ao mapa inicial. Foi considerado um mapa regular, por não apresentar um grau satisfatório de reconciliação integrativa.

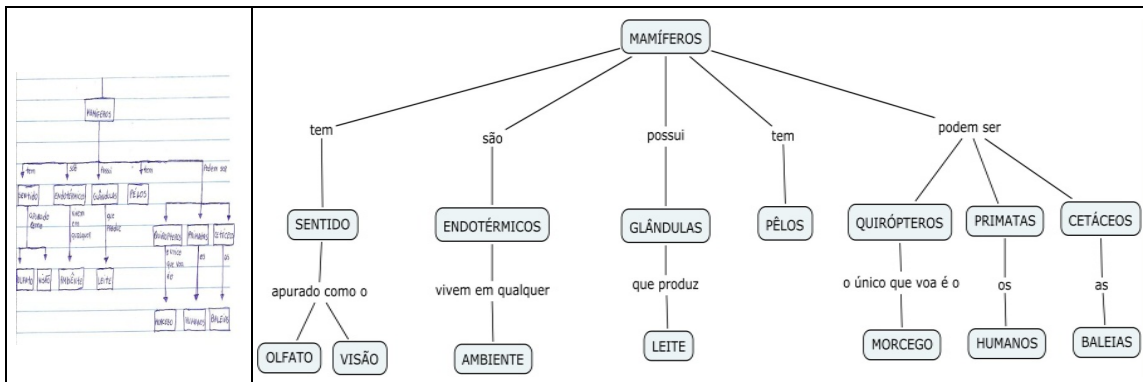


Figura30: Mapa Conceitual II (M7, M8) - Mapa Regular

O terceiro mapa conceitual desta dupla (figura 31) traz vários conceitos novos relevantes da matéria de ensino e apresenta os conceitos gerais de forma diferenciada. Está presente a informação de como os mamíferos se reproduzem –“mamíferos se reproduzem quando espermatozoide e óvulo se juntam e nasce os filhotes” – e o tipo de desenvolvimento embrionário que é comum a eles: “mamíferos são vivíparos, dentro do corpo da mãe fica os filhotes”. Ao formar esta proposição, os alunos realizaram diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Dois outros conceitos importantes foram mencionados: o tipo de respiração dos mamíferos (“pulmonar”) e o fato de possuírem “coluna vertebral”.

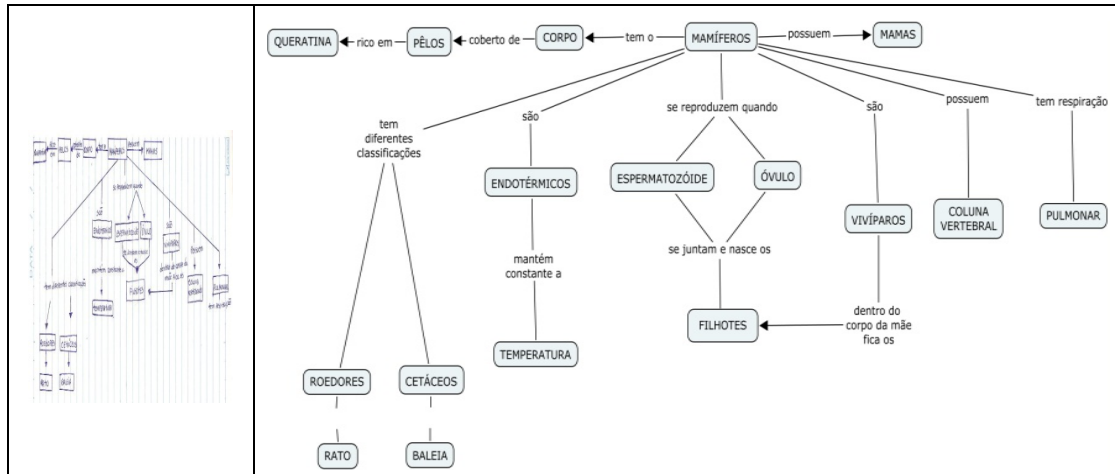


Figura 31: Mapa Conceitual III (M7, M8) - Mapa Bom

A dupla demonstrou ter conhecimento sobre o tema, apresentando conceitos/ideias centrais e relevantes da matéria de ensino. O mapa é bidimensional e possui hierarquia vertical formada por cinco níveis. Observa-se expressiva evolução conceitual em relação ao primeiro mapa construído pela dupla. Na apresentação e explicação do mapa, ficou evidenciado que eles compreendiam os conceitos/ideias abordados.

Considerados como instrumento não tradicional, os mapas conceituais foram usados para avaliar a aprendizagem dos alunos de forma exclusivamente qualitativa, pois constituíram elaborações idiossincráticas feitas pelas duplas, com o objetivo de obter evidências de aprendizagem significativa. A análise destes mapas leva à conclusão de que eles apontam a ocorrência de transformação de significados lógicos dos alunos (a partir de seus conhecimentos prévios) em significados psicológicos, demonstrando indícios de evolução e assimilação do conteúdo estudado (Mendonça & Moreira, 2010).

7.6 Evolução dos conceitos nos três mapas

Os conceitos presentes nos mapas conceituais realizados durante e depois do estudo do tema, pelas oito duplas de alunos, foram analisados e comparados com os que foram citados nos primeiros mapas elaborados por eles, tomados como representantes dos seus conhecimentos prévios. Observa-se que aumentou a variedade de conceitos presentes nos mapas ao longo do ensino. Os mapas III totalizaram 42 conceitos/ideias, sendo 19 novos em relação aos mapas iniciais, dos quais oito já haviam sido citados nos mapas II. Vinte conceitos são comuns aos três mapas.

Os vinte conceitos comuns aos mapas I, II e III são conceitos relevantes da matéria de ensino. Esses conceitos se referem ao tempo de existência da evolução da espécie (*milhões de anos*); à descendência de seus ancestrais (*répteis*); às características gerais que definem a espécie (*mamas* nos mapas I, *glândulas mamárias* nos mapas II e III); às funções reprodutivas (*reprodução interna*, encontro do *espermatozoide* e *óvulo* gerando o conceito *filhotes*); à estrutura do corpo (*pelos*); ao comportamento dessas espécies de animais (*domésticos, selvagens*).

Os oito conceitos exclusivos dos mapas II e III são aqui citados na sequência em que aparecem nos mapas, com os respectivos números de citações. Estão relacionados com o ensino desenvolvido e referem-se às ordens dos mamíferos estudadas (*cetáceos* - 8, 6; *carnívoros* - 1, 4; *primatas* - 6, 2; *quirópteros* - 4, 2); à função de reprodução interna, quando o embrião se desenvolve dentro do corpo da mãe (*vivíparos* - 4, 12); à exceção da ordem (*ovíparos* - 4, 6); à temperatura do corpo relativamente constante (*homeotérmico* - 12, 14). E um exemplo citado, que foi *homem* (6, 6).

Do total de 42 conceitos presentes no mapa III, 11 são exclusivos e se referem à estrutura corporal dos vertebrados (*coluna vertebral* - 2); às ordens e exemplos estudados (*roedores, marsupiais, canguru* - 2; *onça, gorila, canguru, rato* - 2); à exceção da ordem (*ovovivíparos* - 4); ao órgão do sistema respiratório responsável pelas trocas gasosas entre o ambiente e o sangue (*pulmão* - 8); à proteína usada como impermeabilizante e protetor do organismo das agressões do meio ambiente aos pelos, unhas, chifres, etc. (*queratina* - 4).

A análise comparativa dos mapas de conceitos revelou que os conceitos presentes no mapa II eram qualitativamente melhores do que os que aparecem exclusivamente no mapa I, o que evidencia que o ensino foi potencialmente significativo, favorecendo a captação de significados. Constatou-se também que os conceitos exclusivos do mapa I correspondiam a características pontuais dos mamíferos, o que representa mais um indicador de sucesso do evento. Por outro lado, os “melhores conceitos” estão presentes nos três mapas, apesar de no mapa I eles serem citados por um número pequeno de alunos. Em síntese, os conceitos mais importantes para a caracterização dos Mamíferos apareceram no conjunto dos três mapas, observando-se um aumento gradual no número de citações. Esta análise autoriza a dizer que os alunos captaram e compartilharam os significados “ensinados” na matéria de ensino.

Tabela 19

Evolução dos conceitos nos três mapas, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Conceitos		Número de citações		
Categorias	Subcategorias	MCI	MCH	MCHH
Evolução	Origem e Parentesco - Tempo	4	6	4
	Ancestrais / Descendência - Répteis	2	2	8
Característica Geral / Glândulas mamárias - mamas		2	12	14
Classe Mamália e Ordens	Animal	8	4	-
	Espécies conhecidas +/- 4.500	2	-	2
	Vertebrado – Coluna vertebral	-	-	2
	Cetáceos	-	8	6
	Carnívoros	-	1	4
	Roedores	-	-	2
	Marsupiais	-	-	2
	Primatas	-	6	2
	Quirópteros	-	4	2
	Proboscídeos	-	2	-
Funções	Reprodução / Eutério / Sexuada / Reprodução Interna	10	8	8
	Masculino / Macho	12	4	4
	Feminino / Fêmea	12	8	4
	Espermatozoides / óvulos	2	2	6

Conceitos		Número de citações		
Categorias	Subcategorias	MCI	MCH	MCHH
Funções	Vivíparos / Placentários / viviparidade / útero	-	4	12
	Crias	2	2	6
	Mãe	2	-	2
	Exceção na Ordem / Prototérios / Ovíparos	-	2	6
	Metatérios / Ovovivíparos	-	-	4
	Sistema Respiratório / Pulmão	-	-	8
	Proteção: Queratina	-	-	4
	Olfato - Faro	-	2	-
	Visão	-	2	-
Estrutura do Corpo	Revestimento: Pelos / “Bigodes” / Vibrissas / Cerdas / Lã / Espinho	4	16	14
	Temperatura / Endotérmico / Homeotérmico	-	12	14
	Órgãos e Apêndices: Boca / bico / mãos / patas / nariz / focinho / tromba / pernas / nadadeiras / asas / pés / casco / patas	2	-	-
Comportamento	Domésticos - Dóceis - Manso	6	2	2
	Selvagens - Ferozes	6	2	4
Hábitos Alimentares	Carnívoro - Carne	2	-	-
	Frugívoros - Frutas	2	-	-
	Herbívoro - Capim	4	-	-
Habitat	Terrestre	6	12	8
	Tigre	4	2	2
	Onça	-	-	2
	Gorila	-	-	2
	Cachorro	6	6	8
	Gato	10	6	2
	Leão	8	-	4
	Zebra	2	-	-
	Elefante	2	-	-
	Boi	-	2	-
	Cavalo	2	2	2
	Macaco	-	4	-
	Homem	-	6	6
	Bezerro	-	2	-
	Vaca	-	2	-
	Canguru	-	-	2
	Ornitorrinco	-	-	4
	Rato	-	-	2
	Aquático	4	12	6
	Baleia	4	14	8
	Golfinho	2	4	-
	Peixe-boi	2	4	-
	Aéreo	2	10	6
Morcego	4	8	10	
Total de conceitos citados		32	38	42
Total de conceitos novos em relação ao Mapa I		-	15	19
Total de conceitos novos comuns aos Mapas II e III			8	

7.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual

Respondendo à primeira pergunta do questionário avaliativo sobre o uso do mapa conceitual, todos os 16 alunos disseram ter gostado da experiência de trabalhar com os mapas em sala de aula e dez fizeram referência específica ao fato de haver facilitado sua aprendizagem. Nas respostas à segunda pergunta, várias dificuldades foram relacionadas, entre as quais podem ser citadas: colocação das palavras de ligação (8 alunos), seleção e hierarquização dos conceitos (5), montagem do mapa (4). No que diz respeito às vantagens da utilização dos mapas conceituais, nove alunos apontaram o fato de terem trabalhado em duplas e seis destacaram a aprendizagem. Dois alunos citaram o fato de terem apresentado seus mapas sem sentir vergonha dos erros cometidos e um aluno referiu como vantagem: “não fomos obrigados a fazer nada, tudo foi negociado”. A principal desvantagem, assinalada por dez alunos, foi o curto tempo destinado à atividade. Quanto à possibilidade de utilização de mapas conceituais em outras disciplinas, nove alunos se mostraram favoráveis à ideia, mas disseram que seria necessário dispor de mais tempo.

Na entrevista semiestruturada, realizada com dois alunos, ambos disseram que gostaram de fazer e apresentar o mapa e mencionaram como benefício trazido pelas atividades desenvolvidas com mapas a capacidade de organização e de concentração. Os dois destacaram o fator tempo, opinando que poderia ter havido mais aulas. Sobre as possíveis diferenças existentes entre a metodologia anterior e a atual em que utilizaram o mapa, disseram que o mapa provocou entusiasmo para desempenhar bem as atividades. Sobre a forma de elaborar os mapas, afirmaram que gostaram de fazer em dupla, pois assim pensam melhor e um ajuda o outro a organizar o pensamento. Como sugestões para trabalhar com mapas conceituais em classe, citaram: continuar fazendo mapas de outros temas de ciências, mais aulas de ciências, que os mapas fossem construídos no quadro de giz e não em cartolina, pois facilitaria a correção.

CAPÍTULO 8

ESTUDO 4: 7ª SÉRIE

SISTEMA RESPIRATÓRIO

Este estudo foi desenvolvido nos meses de agosto a outubro de 2006, numa turma da 7ª série, correspondente ao 4º ciclo do antigo Ensino Fundamental II, abordando tópicos de conteúdo específico de Ciências Naturais, tendo como tema o *Sistema Respiratório*. O público-alvo foi composto por 48 alunos matriculados na 7ª série “A”, dentre os quais foram selecionados 24 alunos (10 meninos e 14 meninas), por terem participado de todas as atividades realizadas. Os vinte encontros aconteceram no horário das aulas, no período vespertino, totalizando uma carga horária de 25 horas e 30 minutos.



8.1. Preparação da intervenção

8.1.1 Plano de Ensino

Na rotina comum da sala de aula os alunos tinham aulas expositivas acompanhadas de discussões sobre os conteúdos do livro-texto, de atividades do livro, pesquisas e elaboração de cartazes. Os mapas conceituais foram a principal alteração nesta rotina. O ensino foi planejado e organizado da forma descrita no quadro 7. O planejamento das atividades voltadas para o estudo do Sistema Respiratório se baseou nos conhecimentos prévios dos alunos, diagnosticados por meio do pré-teste e da construção e apresentação dos primeiros mapas conceituais individuais sobre o tema.

Quadro 7

Plano de Ensino - 7ª série “A”

 		
PLANO DE ENSINO		
DISCIPLINA: Ciências Naturais	TURNO: Vespertino	TURMA: 7ª série A
Professora titular: Aleksandra Marcelino da Silva		
Professora investigadora: Conceição Aparecida Soares Mendonça		
TEMA: Sistema Respiratório		
CONTEÚDO: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema Respiratório - A respiração • As vias respiratórias: as cavidades nasais; a faringe; a laringe; a traqueia; os brônquios e os bronquíolos • Os pulmões • Estrutura (alvéolos, diafragma, caixa torácica, pleura) • Os movimentos respiratórios • Expiração e inspiração: regulação da respiração; os gases da respiração; as trocas gasosas, hematose; difusão. • A respiração celular • Células (mitocôndrias, oxigênio, nutrientes, energia, gás carbônico, água). • Sistema respiratório e a saúde humana • Asma, enfisema pulmonar; pneumonia; tuberculose pulmonar; gripe e resfriado; rinite, câncer e bronquite • Prevenção e tratamento 		

<p>OBJETIVOS CONCEITUAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compreender a respiração. • Compreender o sistema respiratório. • Identificar as suas funções. • Reconhecer as estruturas dos pulmões. • Compreender os processos respiratórios. • Identificar as doenças do sistema respiratório.
<p>OBJETIVOS PROCEDIMENTAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Coletar informações e organizar em tabelas. • Interpretar os esquemas do sistema respiratório. • Elaborar desenhos. • Produzir mapas sobre os conceitos ensinados e explicá-los (mapa conceitual). • Apresentação dos mapas. • Registrar dados de observação relacionando aos conceitos.
<p>OBJETIVOS ATITUDINAIS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Valorizar a observação como fonte de informação. • Conscientizar do seu papel na preservação da saúde. • Respeitar e valorizar a opinião do outro e do grupo. • Demonstrar interesse pela ciência e pela natureza.
<p>ESTRATÉGIAS:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Diagnóstico sociocultural do aluno. • Levantamento das concepções prévias dos alunos sobre o tema. • Discussão coletiva. • Leituras e seleção de conceitos nos textos do livro didático. • Trabalhos de pesquisas bibliográficas, individuais e em grupos. • Elaboração e apresentação de cartazes. • Apresentação do filme sobre a respiração. • Pesquisa na internet sobre o tema em estudo. • Aplicação de pós-teste. • Aplicação da avaliação final. • Confecção de mapas conceituais. • Aplicação de questionário avaliativo sobre os mapas conceituais. • Aplicação de entrevista semiestruturada.
<p>Sequência didática</p> <p>1º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 01.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação da pesquisadora pela professora titular. • Apresentação e diálogo com os alunos com a finalidade de conhecer a diversidade sociocultural da turma. • Explicação sobre a realização da pesquisa seguida da autorização e participação dos alunos. • Introdução aos princípios básicos da Teoria da Aprendizagem Significativa. <p>2º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 07.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Finalização dos princípios básicos da teoria da aprendizagem significativa. • Introdução à técnica de elaboração de mapa conceitual. • Estruturação dos elementos que compõem o mapa conceitual. <p>3º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 08.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Apresentação de diversos tipos de mapa conceitual. • Apresentação em transparência de um mapa conceitual hierárquico retirado do livro de Novak e Gowin (1999, p. 68). • Desenho no quadro de giz de um esboço de um mapa conceitual hierárquico. • Apresentação e explicação, em slides, de diversos tipos de mapa conceitual. <p>4º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 14.08.2006):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Confecção do primeiro mapa conceitual sobre o Sistema Respiratório, sem consulta e individual utilizando no máximo 10 conceitos/ideias conhecidos deles.

- 5º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 15.08.2006):
- Levantamento dos conhecimentos prévios (pré-teste) por meio de cinco perguntas.
- 6º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 21.08.2006):
- Análise geral dos mapas iniciais e do pré-teste com observação em classe sobre os conceitos priorizados pelos alunos.
 - Introdução dos tópicos dos conteúdos com base nos conhecimentos prévios iniciais.
- 7º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 22.08.2006):
- Apresentação do DVD *Atlas do Corpo Humano*, I Episódio, “Respiração: o sopro da vida”.
- 8º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 28.08.2006):
- Discussão sobre o filme.
 - Introdução do conteúdo sobre o Sistema Respiratório – indispensável à vida dos seres vivos.
 - Seleção e sorteio por grupo para pesquisa dos órgãos que formam o Sistema Respiratório para apresentação oral.
- 9º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 29.08.2006):
- Continuação da pesquisa em classe dos órgãos que compõem o Sistema Respiratório e suas respectivas funções.
- 10º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 04.09.2006):
- Apresentação em grupo sobre o estudo dos órgãos que compõem o Sistema Respiratório.
 - Desenvolvimento do conteúdo sobre os movimentos respiratórios; regulação da respiração; os gases da respiração; as trocas gasosas.
- 11º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 05.09.2006):
- Regulação da respiração por meio de exercícios corporais em sala de aula.
 - A respiração celular e os pulmões.
- 12º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 11.09.2006):
- Elaboração individual do segundo mapa conceitual sobre o tema desenvolvido, utilizando no máximo 10 conceitos.
 - Sorteio e transcrição dos mapas conceituais para a cartolina.
- 13º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 12.09.2006):
- Apresentação oral dos mapas conceituais sorteados feitos durante o estudo.
 - Gravação das apresentações em fitas-cassete.
- 14º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 18.08.2006):
- Continuação das apresentações do segundo mapa conceitual.
 - Iniciando conteúdo sobre as doenças que acometem o Sistema Respiratório.
 - Gravação das apresentações em fitas-cassetes.
- 15º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 19.08.2006):
- Trabalhando o conteúdo as Doenças do Sistema Respiratório, tratamento e prevenção.
 - Debate oral.
- 16º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 25.09.2006):
- Sorteio das doenças que acometem o Sistema Respiratório.
 - Distribuição nos grupos para apresentação de forma oral.
 - Apresentação sobre as doenças que acometem o Sistema Respiratório.
- 17º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 26.09.2006):
- Realização da Avaliação Final por meio das perguntas.
- 18º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 02.10.2006):
- Elaboração individual do terceiro mapa conceitual sobre o tema desenvolvido, utilizando no máximo 10 conceitos.
 - Apresentação dos mapas conceituais dos alunos sorteados.
 - Gravação das apresentações em fitas-cassetes.
- 19º Encontro (1 aula – 50 minutos/aula – 03.10.2006):
- Realização do pós-teste.
- 20º Encontro (2 aulas – 50 minutos/aula – 09.10.2006):
- Aplicação do questionário avaliativo sobre os mapas conceituais.
 - Discussão geral e fechamento das atividades realizadas.
- 21º Encontro
- Realização das entrevistas semiestruturadas.

<p>Recursos Materiais: Textos xerocopiados, revistas, jornais, cartolinas, lápis de cor, réguas, tesoura, cola, fita adesiva, caneta hidrográfica, livros didáticos, caderno etc.</p>
<p>Procedimentos de Avaliação: A avaliação levará em conta:</p> <ul style="list-style-type: none"> • O processo vivenciado pelo aluno durante as atividades, sendo que, serão consideradas as atitudes do aluno frente ao compromisso com o seu processo pessoal de aprendizagem e com o trabalho coletivo em sala de aula. • O produto, ou seja, o resultado de trabalhos solicitados – na observação da participação dos trabalhos em parceria e/ou pequenos grupos e prova. <p>Aplicação de mapas conceituais.</p>
<p>Bibliografia básica para o aluno: Barros, C. & Paulino, W. (2006). <i>Ciências: o meio ambiente</i> (7ª série). São Paulo: Ática. Cruz, D. (2004c). <i>Ciências e educação ambiental: o meio ambiente</i> (7ª série, 2a ed.). São Paulo: Ática. Costa, A. (2006b). <i>Ciências e interação</i> (7ª série). Curitiba: Positivo. Gewandsznajder, F. (2006b). <i>Ciências: nosso corpo</i> (7ª série). São Paulo: Ática. Gil, A & Fanizzi, S. (2005). <i>Ciências naturais</i> (3a ed.). São Paulo: FTD. Ward, B. R. (1993). <i>Os pulmões e a respiração</i> (2a ed.). São Paulo: Scipione. (Coleção: O corpo Humano).</p>
<p style="text-align: center;">Secretaria de Educação Av. Rui Barbosa, nº. 1.401 Heliópolis – Fone: (087) 3762- 7062 Fax: (087) 3762-7060 CEP- 55.297.050 – Garanhuns – PE</p>

8.1.2 A importância do tema Sistema Respiratório para os saberes dos alunos

O estudo do tema Sistema Respiratório é importante para levar o aluno a desenvolver saberes e competências sobre a respiração pulmonar, reconhecendo os órgãos que formam a respiração e a ordem em que eles se situam, identificando o caminho do ar da atmosfera até os pulmões. Ainda nesta linha, conhecer as principais funções dos pulmões no corpo humano, a realização da inspiração, da expiração e a efetuação das trocas gasosas, conceitos importantes para o desenvolvimento do tema. O estudo destes aspectos oferece ao aluno conceitos científicos que podem ser significativos e prontamente negociados em sala de aula, devido ao interesse que despertam em todas as crianças, sendo facilmente reconhecidos em suas experiências diárias (Novak, 2000). No Ensino Fundamental, os conteúdos escolares devem estar intimamente relacionados com o objetivo de propiciar ao aluno condições para que ele mesmo possa ampliar seus conhecimentos. Por meio das atividades escolares os alunos irão construir significados e atribuir sentido ao que aprendem, promovendo seu crescimento pessoal e socialização.

Muitas vezes não pensamos que para exercer nossas atividades cotidianas usamos somente uma pequena porção da nossa capacidade respiratória. O nosso corpo cuida automaticamente de tomar o ar necessário e de utilizá-lo da forma mais eficiente. É comum assistir a filmes, programas educativos, ler sobre pesquisas que divulgam informações sobre os problemas respiratórios associados à poluição e ao ar seco, as doenças que acometem o sistema respiratório, os fatores de risco como o fumo, etc. A proximidade do aluno com esses assuntos oferece ao professor a possibilidade de tratar de diversos conceitos que dizem respeito à sobrevivência dos seres humanos.

Por exemplo, de acordo com os dados obtidos de Mader (1998, p. 799), a possibilidade de adquirir câncer em pessoas fumantes é comprovadamente maior do que em não fumantes. Observa-se ainda que, com o passar dos anos, esses índices estão aumentando. A ação do ser humano ao fumar consiste essencialmente em inspirar fumaça, o que aumenta as chances de morrer antes da hora ou de sofrer com doenças de maior incidência entre fumantes. Desta forma, é importante discutir com os alunos a valorização e os progressos da ciência e suas aplicações médicas como agentes do bem-estar humano, conscientizando-os dos riscos oferecidos pelo fumo, estimulando neles atitudes favoráveis à proteção da vida e do meio ambiente.

Do ponto de vista da fisiologia, a respiração é o processo pelo qual um organismo vivo troca oxigênio e gás carbônico com o meio ambiente. O oxigênio é necessário para a respiração celular, enquanto o dióxido de carbono é um subproduto do metabolismo e deve ser retirado do organismo. Já o sistema respiratório é o conjunto de órgãos responsáveis pela entrada, filtração, aquecimento, umidificação e saída de ar do nosso organismo. Faz as trocas gasosas do organismo com o meio ambiente, oxigenando o sangue e possibilitando que ele possa suprir a demanda de oxigênio do indivíduo, para que seja realizada a respiração celular. A palavra respiração tem dois significados em biologia. Aplicada a cada nível celular, respiração significa o processo pelo qual as células quebram (oxidam) moléculas e extraem energia dessas moléculas para suas atividades. Com referência a organismos multicelulares, respiração designa o processo pelo qual o oxigênio é tomado e o gás carbônico eliminado.

Um mapa conceitual sobre o tema Sistema Respiratório foi construído pela pesquisadora, com o objetivo de servir de referência para a análise dos mapas elaborados pelos alunos nos três momentos da pesquisa, no sentido de verificar o quão próximo ou distante eles estariam do tema ensinado. Este mapa procurou mostrar as ideias centrais abordadas para este nível de ensino. Foram priorizadas as funções do sistema respiratório, que consistem em suprir o organismo com oxigênio e remover o produto do metabolismo celular que é o gás carbônico. A formação do sistema se dá através das vias respiratórias, que compreendem estruturas formadas pelas cavidades nasais; faringe; traqueia; brônquios; bronquíolos. Os pulmões possuem estruturas como os alvéolos pulmonares, local onde ocorre a hematose pulmonar, que é a troca dos gases respiratórios, ou seja, a troca do gás carbônico do sangue pelo oxigênio capturado do ambiente.

Nas trocas gasosas o gás oxigênio é transportado do sangue para as células, onde se realiza a respiração celular, que irá produzir o gás carbônico, o qual será excretado no ar expirado. Este ar contém água, eliminada na forma de vapor. Os movimentos respiratórios de inspiração e expiração ocorrem na respiração pulmonar, quando o ar passa pelas vias respiratórias. Durante a respiração celular o sangue leva até as células os materiais de que ela necessita, como gás oxigênio, glicose e energia. O que ela não necessita, como o gás carbônico e a água, é transferido para o sangue e eliminado do corpo, sendo o gás carbônico expelido pelo pulmão e a água pela urina ou pelo suor. Esse sistema realiza dois eventos importantes, que são a respiração celular e a respiração pulmonar. O sistema respiratório pode sofrer alguns distúrbios como resfriados e gripes, que são viroses; pneumonia e tuberculose, que são doenças bacterianas; e doenças de origem alérgica, como rinite, asma, bronquite. Há também doenças graves que podem acometer o sistema respiratório, como o câncer e o enfisema pulmonar.

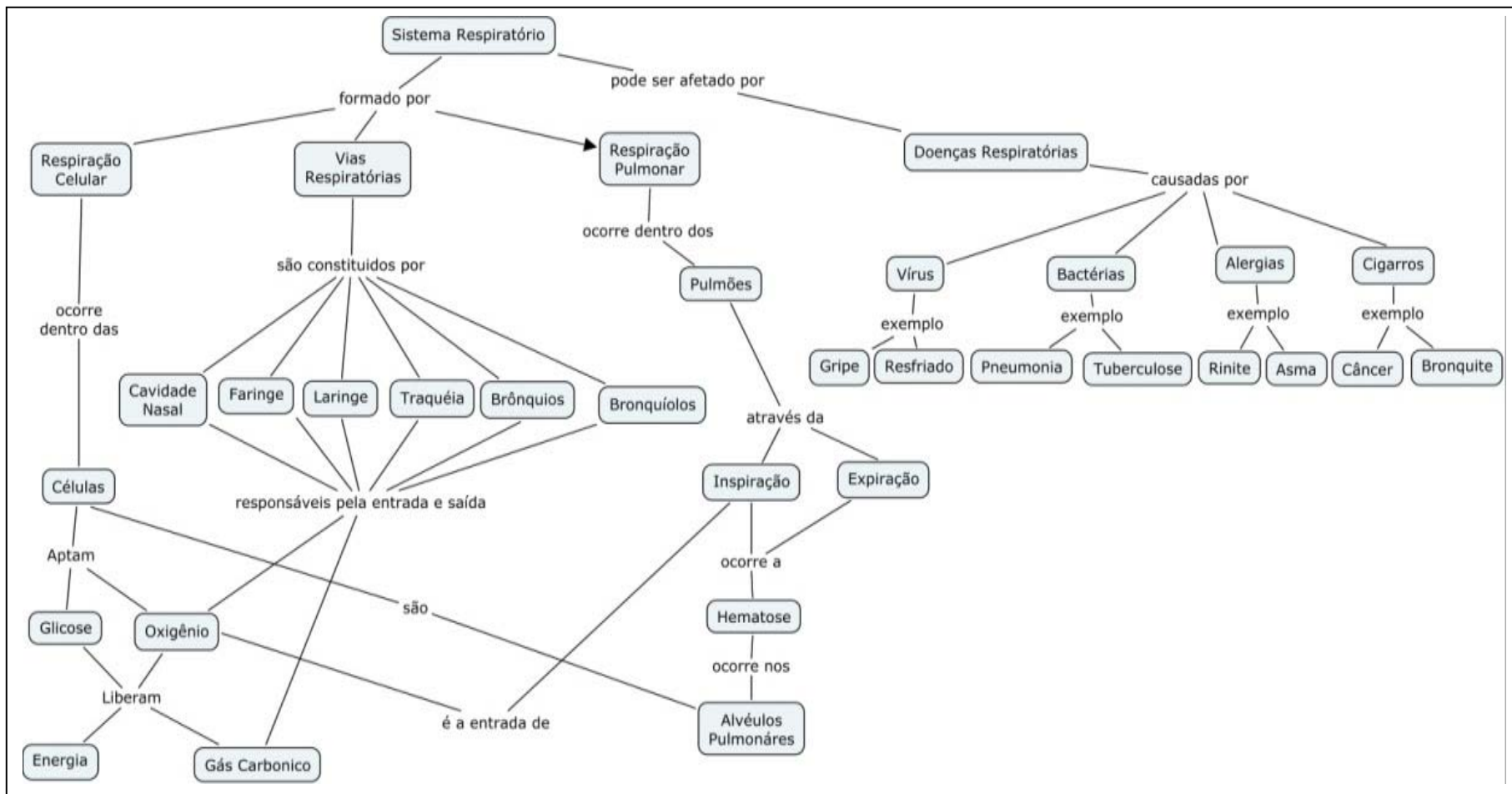


Figura 32: Um mapa conceitual da pesquisadora sobre o Sistema Respiratório

8.2 O processo de intervenção

No **primeiro encontro**, foi feita a apresentação da pesquisadora e explicou-se em que consistiria a pesquisa e qual a sua finalidade. Foi solicitada a autorização e a participação dos alunos. Falou-se sobre a importância da realização da intervenção, que era uma coisa nova para eles, e sobre sua base teórica – a Teoria da Aprendizagem Significativa, cujo criador era Ausubel. Discutiu-se a diferença entre as aprendizagens significativa e mecânica, e salientou-se a importância de se saber quais eram os conhecimentos prévios deles. Finalmente, falou-se sobre o principal instrumento de trabalho a ser utilizado, os mapas conceituais, os quais foram desenvolvidos a partir da teoria da aprendizagem significativa.

O **segundo encontro** iniciou-se com a introdução da técnica de elaboração do mapa conceitual, identificando as ideias e conceitos mais importantes sobre um assunto do cotidiano. Apresentou-se uma seleção de palavras para que identificassem a diferença entre objetos, eventos ou acontecimentos. A palavra do cotidiano deles foi “carro”. Disseram de sete a dez conceitos gerais sobre “carro” e em seguida foram selecionados os conceitos mais específicos, na sequência os exemplos e as palavras de ligação. Construíram-se frases ou sentenças curtas para que identificassem as palavras-chaves, os eventos ou objetos e os conceitos/ideias. A partir da palavra “carro” foi elaborado no quadro de giz um mapa conceitual com a turma, para que pudessem distinguir cada etapa da elaboração a partir da palavra conhecida. Foi explicada a disposição dos conceitos por ordem de importância em níveis hierárquicos.

No **terceiro encontro**, foram mostrados vários mapas em diferentes contextos, hierárquicos e não hierárquicos. Um mapa conceitual hierárquico foi retirado do livro de Novak e Gowin (1999, p. 68), o qual serviu de referência para que eles identificassem o conceito/ideia principal, selecionassem por ordem de importância os demais conceitos/ideias, separassem as palavras de ligação e o que era ligação cruzada ou horizontal.

No **quarto encontro**, os alunos elaboraram, individualmente, sem consulta, um mapa conceitual sobre o Sistema Respiratório, selecionando no máximo dez conceitos/ideias. Durante a elaboração houve a participação da maioria dos alunos. A professora e a pesquisadora andavam pela classe observando a produção deles; alguns chamavam para esclarecer dúvidas na estruturação do mapa. No término desta atividade os mapas foram identificados e entregues à pesquisadora para análise e posterior discussão.

No **quinto encontro**, aplicou-se o pré-teste, composto por cinco perguntas referentes ao tema Sistema Respiratório, com o objetivo de diagnosticar os conhecimentos prévios dos alunos. Este instrumento, junto com os mapas iniciais, serviu de base para a elaboração do cronograma que consta no plano de ensino.

No **sexto encontro**, inicialmente fez-se uma análise geral dos mapas elaborados e dos resultados do pré-teste, chamando a atenção dos alunos para os conceitos por eles priorizados. A maioria trouxe conceitos científicos em seus mapas. Em seguida a professora perguntou à turma: “Por que nós respiramos?” E as respostas foram: “porque

sem o ar a gente morre”; “porque a gente precisa sobreviver”; “porque se não respirarmos nós morremos”. Então a professora indagou: “E quem é responsável por nos manter respirando?” Fez-se silêncio total... pareciam não saber o que dizer, quando alguém falou em tom baixo: “as células do nosso corpo”. A partir daí a professora pegou o gancho que faltava para dizer que somos formados por bilhões de células e que cada uma necessita de ar para nos manter vivos. Aos poucos foi introduzindo o conteúdo sobre o corpo humano e suas unidades estruturais e funcionais: células, tecidos, órgãos e sistemas. Embora o sistema respiratório tenha uma função específica, ele trabalha de modo articulado com os outros sistemas que compõem o corpo humano. A professora queria que eles entendessem que não existe uma dicotomia entre as partes, e sim uma integração das partes como um todo.

No **sétimo encontro**, os alunos assistiram a um documentário em DVD sobre a respiração, intitulado “O sopro da vida”, com duração de 20 minutos. O filme apresentava como os glóbulos vermelhos transportam o oxigênio e para onde vai e como é usado esse oxigênio. Em linhas gerais, mostrava que o sistema respiratório tem como principal função a troca gasosa no nosso corpo, ou seja, leva oxigênio às nossas células e depois elimina todo o dióxido de carbono que é produzido pelas células. Grande parte de nossas células trabalha por intermédio do oxigênio para realizar suas funções metabólicas e o resultado final desse processo é a liberação do CO₂. A hematose pulmonar, ou troca gasosa, ocorre durante a respiração orgânica do ser vivo e é o processo onde o oxigênio é conduzido até os alvéolos no pulmão, passa para a corrente sanguínea para ser levado pelas hemácias e futuramente entrar nas células e ocasionar a respiração aeróbia na presença da glicose. Na hematose também ocorre o processo de eliminação do dióxido de carbono, produzido pela combustão combinada da glicose com o oxigênio, como resultado da respiração celular.

No **oitavo encontro**, discutiu-se o filme e foi trabalhado o conteúdo sobre a inspiração e a expiração. Os alunos pesquisaram em grupos sobre os órgãos que compõem o sistema respiratório: narinas, cavidade nasal, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos, alvéolos, pulmões. O objetivo foi fazer com que eles conhecessem os órgãos e suas funções e dissessem que importância esses órgãos têm e como desempenham suas funções dentro do sistema respiratório. No **nono encontro**, teve continuidade a pesquisa em classe com o material trazido pelos alunos sobre os órgãos que compõem o Sistema Respiratório e suas respectivas funções.

No **décimo encontro**, aconteceu a apresentação em grupo sobre o estudo dos órgãos que compõem o Sistema Respiratório. Durante as apresentações, foi observado que os alunos demonstraram interesse pelo assunto, entenderam a sua relevância para a nossa saúde, e a maioria havia percebido que o sistema respiratório trabalha de modo articulado com os demais sistemas que compõem o corpo humano. Após as apresentações, a professora fez um comentário geral sobre a pesquisa para o estudo dos tópicos a serem vistos. Falou sobre a fisiologia da respiração, os movimentos respiratórios de inspiração e expiração e como estes acontecem na caixa torácica. Mostrou através de um esquema feito no quadro de giz como ocorre a hematose e o transporte de oxigênio e gás carbônico no sangue e o transporte de oxigênio pela hemoglobina. Discorreu em linhas gerais sobre a respiração celular.

No **11º encontro**, iniciou-se a aula pedindo aos alunos que ficassem de pé, para que cada um trabalhasse com o seu próprio corpo por meio dos exercícios corporais de respiração. Orientava-se e mostrava-se o que acontecia na inspiração e na expiração: na inspiração os músculos intercostais e o diafragma se contraem, o pulmão se expande, então a pressão no pulmão diminui e o ar entra; na expiração os músculos intercostais e o diafragma relaxam, o pulmão se contrai, assim a pressão no pulmão aumenta e o ar sai. Os alunos estavam animados e participavam interagindo uns com os outros ao fazer os exercícios. Em seguida trabalhou-se sobre a respiração celular e os pulmões.

No **12º encontro**, os alunos elaboraram individualmente o segundo mapa conceitual, sobre os conteúdos desenvolvidos até o momento, utilizando no máximo 10 conceitos relevantes escolhidos por eles. Durante a elaboração dos mapas os alunos chamavam para esclarecer dúvidas diversas sobre a estrutura, a seleção dos conceitos, se as palavras de ligação estavam adequadas, a dificuldade de realizar ligações cruzadas,. No **13º encontro** foram sorteados alunos para as apresentações, os mapas foram transcritos para uma cartolina e as apresentações foram gravadas.

No **14º encontro**, tiveram continuidade as apresentações dos mapas pelos alunos, as quais foram gravadas. No **15º encontro**, foram estudadas as doenças do sistema respiratório, seu tratamento e prevenção. A professora explicou sobre as doenças causadas por vírus e bactérias que acometem o sistema respiratório e aquelas que são provocadas pelo uso do cigarro. Foi feito um debate com a turma sobre o assunto. No **16º encontro**, os grupos de alunos apresentaram cartazes que elaboraram sobre as doenças que acometem o sistema respiratório, o tratamento e a prevenção. Os grupos fizeram as apresentações das doenças dizendo como eram causadas, como se dava o contágio, quais os sintomas, como deveriam ser tratadas e prevenidas.

No **17º encontro**, os alunos fizeram a avaliação final, composta de cinco perguntas. No **18º encontro**, elaboraram individualmente o terceiro mapa conceitual sobre o tema. Cinco alunos se propuseram de livre e espontânea vontade a apresentar seus mapas. No **19º encontro** responderam ao pós-teste, com as mesmas perguntas que foram aplicadas no pré-teste. O **20º encontro** foi destinado à aplicação do questionário avaliativo sobre os mapas conceituais. A entrevista semiestruturada foi realizada posteriormente, num encontro específico.

8.3 Diagnóstico dos conhecimentos

Serão apresentados, discutidos e comparados os resultados referentes ao pré-teste, pós-teste e à avaliação final de conteúdo sobre o tema Sistema Respiratório.

8.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos prévios

Os resultados das respostas individuais dos alunos ao pré-teste encontram-se na tabela 58, no Apêndice. A tabela 20 apresenta os resultados totais para o conjunto dos 24 alunos que participaram do estudo. A soma das respostas classificadas como certas e

incompletas representou 70% do total, o que constitui um indicador de que a maior parte dos alunos dispunha de conhecimentos prévios que podiam servir de ancoradouro para os novos conhecimentos sobre o sistema respiratório. Entretanto, esse percentual de acerto total ou parcial variou bastante entre as questões, sendo de 96% nas questões 1 e 2 e de apenas 38% na questão 4. Abaixo são analisadas as respostas dos alunos a cada uma das questões.

1) Qual é a importância da respiração para os seres humanos?

As respostas esperadas para a primeira questão, de acordo com o conhecimento científico, seriam: “é através da respiração que o nosso organismo obtém energia dos alimentos, pelo processo de respiração celular realizado pelas mitocôndrias com a participação do oxigênio obtido no ambiente”; “a respiração é fundamental para a obtenção de energia e, conseqüentemente, manutenção das atividades vitais”; “através da respiração celular a energia do alimento é liberada para o interior das células, enquanto na respiração pulmonar o oxigênio do ar é levado até o sangue e o gás carbônico do sangue é liberado para o ar”. As respostas que se aproximaram destas colocações foram consideradas certas.

Foram consideradas como certas as respostas de três alunos (12%). Além de ter o conhecimento do senso comum eles usaram também um pouco do conhecimento científico que possuíam para atribuir significado à pergunta, como se vê neste exemplo: “a respiração é muito importante para todos os seres vivos, animais e plantas manterem seus órgãos em atividade, porque nenhum ser pode viver sem respirar” (R15). Percebe-se na resposta do aluno R15 que ele tem consciência de que não só os animais, mas também as plantas respiram. Foram consideradas como incompletas as respostas de 20 alunos (84%). Estas respostas não disseram por que a respiração é importante para os seres humanos, não estabeleceram qualquer relação entre o oxigênio tão essencial à vida e o funcionamento dos pulmões. Veja-se um exemplo: “a respiração é importante para os seres humanos, pois sem ela não viveremos” (R12). Foi considerada errada a resposta de apenas um aluno (4%), que disse: “o sistema respiratório passa por sérias transformações” (R11). Quando indagado sobre esta resposta, o aluno não soube dizer o porquê de ter escrito esta frase.

2) Quais são os órgãos que formam o sistema respiratório?

Nesta segunda questão, esperava-se que eles respondessem que os órgãos que formam o sistema respiratório são: “nariz, faringe, laringe, traqueia, brônquios, pulmões”.

Três alunos (12%) responderam corretamente. Destes, apenas o aluno R37 enumerou os órgãos na ordem certa, o que era pré-requisito para responder à terceira questão. Foram categorizadas como incompletas as respostas de 20 alunos (84%), que citaram apenas alguns órgãos, suprimindo os demais; ou incluíram o nome de um órgão que não faz parte do sistema respiratório. Muitos alunos citaram a “boca” entre os órgãos que compõem o sistema respiratório. Quando indagados a esse respeito, percebeu-se que para eles não existia diferença entre inspirar pelo nariz ou pela boca. Essa discussão foi retomada durante o estudo do conteúdo. Apenas um aluno (4%)

respondeu errado, ao mencionar dois órgãos que não fazem parte do sistema respiratório: “boca, sistema digestório e pulmão” (R16). Ao ser perguntado por que incluía a boca e o sistema digestório, esperava-se que o aluno pudesse falar sobre a diferença existente entre esses dois sistemas – por exemplo, quando engasgamos com algum alimento ingerido que entra na laringe, parte integrante do sistema respiratório, ao invés de passar pelo esôfago, componente do sistema digestório –, mas isso não ocorreu.

3) Qual é o caminho que o ar percorre dentro do nosso corpo?

Na terceira questão esperava-se que os alunos tivessem a noção de que o oxigênio presente no ar atmosférico entra pelo nariz, passa pela faringe, laringe, traqueia e pelos brônquios, até chegar aos alvéolos localizados nos pulmões, de onde vai para o sangue.

Três alunos (12%) responderam de forma satisfatória a esta pergunta, com as seguintes explicações: “começa pelas fossas nasais, depois passa pela faringe, laringe, pela traqueia, segue para os brônquios e vai para o pulmão” (R37). Dez alunos (42%) responderam de maneira incompleta, porque deixaram de colocar dois ou três órgãos. Ainda assim, alguns deles citaram em primeiro lugar a “boca”. Veja-se um exemplo: “começa no nariz daí vai para faringe, laringe, traqueia, e depois vai para os pulmões” (R12); Dez alunos (42%) deram respostas erradas, pois, além de iniciarem o caminho do ar pela “boca”, incluíram outros órgãos como “intestino, estômago” e “coração”. Segue um exemplo: “entra pela boca e passa pelo nariz, traqueia, estômago, intestino e pulmão” (R5). Um aluno deixou a questão em branco.

4) Explique como acontece a inspiração.

Na quarta questão, a expectativa era que os alunos conseguissem explicar a inspiração de uma forma que se aproximasse desta: “é a entrada de ar nos pulmões, fazendo com que o diafragma se contraia e abaixe. Os músculos intercostais também se contraem, levantando as costelas e aumentando o volume da caixa torácica e dos pulmões. Esse aumento de volume faz a pressão no interior dos pulmões diminuir, tornando-se menor que a pressão do ar do lado de fora, o que permite que o ar penetre nos pulmões”.

Quatro alunos (17%) responderam corretamente, ao dizer que “na inspiração o ar entra nos pulmões” (R11). Cinco alunos (21%) tiveram suas respostas consideradas incompletas, a exemplo de R24, que disse apenas “entrada de ar”. Os alunos não especificaram se era o gás oxigênio ou o gás carbônico o ar a que eles estavam se referindo. Nove alunos (37%) responderam de forma errada, como neste exemplo: “na inspiração entra ar e sai gás carbônico” (R1). Seis alunos (25%) deixaram a questão em branco.

5) Explique como acontece a expiração.

Seis alunos (25) responderam de forma correta, como neste exemplo: “na expiração o ar sai dos pulmões” (R30). Dez alunos (42%) responderam de modo

incompleto, como se vê no exemplo a seguir: “a expiração é a saída de ar” (R13). Os alunos não disseram de que órgão o ar saía, nem fizeram referência ao gás carbônico, por isso as respostas foram consideradas incompletas. Ao serem questionados sobre suas respostas, foi possível perceber que alguns deles estavam se referindo ao “gás carbônico”, embora isso não tivesse ficado claro na escrita, mas a maioria não se manifestou. Cinco alunos (21%) deram respostas erradas – “na expiração entra gás carbônico e sai o ar” (R12) – e três (12%) deixaram a questão em branco.

8.3.2 Diagnóstico dos conhecimentos finais

Os resultados individuais do pós-teste encontram-se compilados na tabela 59, no Apêndice. Ao serem comparados aos do pré-teste, permitirão identificar possíveis evoluções dos conhecimentos dos alunos em relação ao tema.

1) Qual é a importância da respiração para os seres humanos?

Foram consideradas como certas as respostas de 16 alunos (67%), que trazem as informações que constam do exemplo a seguir: “as células do nosso corpo precisam de energia para funcionar e os pulmões de oxigênio para respirar” (R15). As respostas dos demais oito alunos (33%) foram classificadas como incompletas. Alguns apenas reafirmaram o que já haviam citado no pré-teste, como no caso deste aluno: “a respiração é muito importante para os seres vivos se manterem vivos” (R12).

2) Quais são os órgãos que formam o sistema respiratório?

As respostas de 15 alunos (63%) foram consideradas corretas, enumerando os órgãos na sequência em que o ar passa por eles, como neste exemplo: “nariz, faringe, laringe, traqueia, brônquios” (R3). Sete alunos (29%) deram respostas que foram julgadas incompletas (29%), por deixar de incluir dois ou mais órgãos. Ao contrário do que ocorreu no pré-teste, nenhum desses alunos citou a “boca” como órgão integrante do sistema respiratório, o que pode ser resultado da discussão feita em classe sobre a diferença entre inspirar pelo nariz e pela boca, procurando esclarecer esse equívoco. Os dois alunos (8%) cujas respostas foram consideradas erradas citaram a “boca” como o primeiro órgão do sistema respiratório. Quando questionados a respeito, um disse ter esquecido e o outro que não prestou atenção e se equivocou.

3) Qual é o caminho que o ar percorre dentro do nosso corpo?

Nesta questão, 14 alunos (58%) responderam corretamente, como se vê nestes dois exemplos: “começa na cavidade nasal, vai para faringe, entra na laringe, passa pela traqueia, chega aos brônquios, entra nos bronquíolos, passa nos alvéolos e chega aos pulmões” (R31); “fossas ou cavidades nasais, vai pela faringe, laringe, traqueia, entra nos brônquios e bronquíolos, depois os alvéolos e vai para o pulmão” (R37). Os dez alunos (42%) que responderam de forma incompleta deixaram de incluir um ou mais órgãos dessa sequência. Por exemplo, o aluno R22 não citou a “traqueia”; os alunos R15, R16, R17 e R20 deixaram de citar os “brônquios e os bronquíolos”; e o aluno R1

esqueceu a “faringe, laringe e os alvéolos”. É interessante ressaltar que, ao contrário do que se verificou na questão anterior, nenhum deles citou a “boca” no percurso do ar.

4) Explique como acontece a inspiração.

Na quarta pergunta, 17 respostas (71%) foram consideradas certas, com variações entre elas. Por exemplo, sete alunos disseram que “a inspiração compreende a entrada de ar nos pulmões” e outros quatro explicaram que na inspiração “ocorre a entrada do gás oxigênio nos pulmões”. Sete alunos (29%) responderam de forma considerada incompleta, como no caso dos alunos R12 e R13, que disseram apenas “entrada de ar”. Estas respostas foram classificadas como incompletas porque, depois de ter estudado, pesquisado e debatido sobre o tema, esperava-se que esses alunos demonstrassem algum conhecimento científico. Ao serem indagados, eles responderam que sabiam a resposta, mas pensavam que bastava colocar “entrada de ar”. A professora titular perguntou-lhes então se a “entrada de ar” era pela boca ou pelos pulmões. A opinião dos alunos se dividiu e apenas quatro responderam quase em coro que a entrada de ar a que estavam se referindo era pelo “nariz”. Os demais foram consultar seus cadernos e argumentaram que a professora titular não havia falado sobre entrada de ar pelo nariz ou fossas nasais, da forma que estava sendo dito. Como não estavam atentos, custaram a perceber que realmente eles não estavam seguros da resposta.

5) Explique como acontece a expiração.

As explicações dadas por 15 alunos (63%) foram consideradas corretas, seguindo-se alguns exemplos: “na expiração o ar sai dos pulmões” (R1); “na expiração o diafragma e os músculos intercostais relaxam e o ar sai dos pulmões” (R20). Nove alunos (37%) responderam de forma incompleta, como nestes exemplos: “a expiração é a saída de ar” (R12); “o ar está saindo” (R8).

8.3.3 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste

A tabela 20 apresenta os resultados computados no pré-teste e no pós-teste para o conjunto dos 24 alunos. Considerando-se o total de respostas, observa-se que o índice de acertos passou de 16% no pré-teste para 64% no pós-teste. Por outro lado, as respostas erradas e em branco, que haviam representado 30% do total no pré-teste, caíram para menos de 2% no pós-teste. Percebe-se claramente que os alunos da sétima série A, em relação ao tema estudado “Sistema Respiratório”, ao final da intervenção sabiam bem mais do que no início.

Com relação à primeira pergunta, apenas três alunos explicaram corretamente no pré-teste qual era a importância da respiração e o número de respostas incompletas foi bastante elevado (20). No pós-teste, subiu para 16 o número de alunos que responderam corretamente. Estes alunos demonstraram ter incorporado conhecimentos científicos sobre a função da respiração, fazendo referência à necessidade de energia e de oxigênio para o funcionamento do organismo. Os demais oito alunos mantiveram suas respostas no mesmo nível apresentado no pré-teste.

Tabela 20

Resultado geral do pré-teste e pós-teste, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Questões	Número de respostas							
	Pré-teste				Pós-teste			
	C	I	E	B	C	I	E	B
1	03	20	01	-	16	08	-	-
2	03	20	01	-	15	07	02	-
3	03	10	10	01	14	10	-	-
4	04	05	09	06	17	07	-	-
5	06	10	05	03	15	09	-	-
Σ	19	65	26	10	77	41	02	-
Σ/T %^a	16	54	22	8	64	34	2	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em branco.

^a Percentual do somatório da categoria de respostas sobre o total de respostas em cada teste (120).

Na segunda pergunta observou-se evolução semelhante, passando de três para 15 o número de alunos com respostas consideradas corretas. Estes alunos relacionaram os órgãos que compõem o sistema respiratório, citando-os na sequência em que o ar passa por eles. A terceira pergunta estava estreitamente relacionada à segunda, pois indagava qual é o caminho que o ar percorre dentro corpo. Ela foi respondida corretamente por 14 alunos, comparativamente a três no pré-teste. Os outros dez responderam de forma incompleta, deixando de incluir um ou mais órgãos. No pré-teste, dez alunos tinham errado essa questão, mencionando no percurso do ar órgãos que não fazem parte do sistema respiratório, o que não ocorreu no pós-teste.

A quarta pergunta havia registrado o maior índice de respostas erradas e em branco no pré-teste (62%). Poucos alunos souberam explicar o que acontecia no movimento de inspiração. Houve uma mudança expressiva no pós-teste, com o número de respostas corretas passando de quatro para 17 e a inexistência de respostas erradas ou em branco. Na quinta pergunta, 15 alunos souberam explicar o que acontece na expiração, contra apenas 6 no pré-teste.

Pode-se considerar o desempenho favorável dos alunos no pós-teste, comparativamente aos resultados do teste inicial, como indícios de evidência de aprendizagem significativa. Entretanto, bons resultados em testes podem ocorrer também com uma aprendizagem mecânica. Assim, faz-se necessário agregar a análise da evolução dos mapas conceituais progressivos elaborados pelos alunos.

8.3.4 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção

A avaliação final teve como objetivo verificar os conhecimentos dos alunos em relação ao conteúdo estudado sobre o Sistema Respiratório, por meio de cinco perguntas. Os resultados das respostas individuais dos alunos encontram-se na tabela

60, no Apêndice. A tabela 21 traz a síntese dos resultados para o conjunto dos 24 alunos. O percentual total de acertos de 66% está bem próximo daquele verificado no pós-teste (64%). O índice de respostas certas em cada questão variou entre 54% (segunda questão) e 75% (primeira questão). A segunda questão foi a única onde ocorreram respostas classificadas como erradas.

Tabela 21

Resultado geral da avaliação final, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Questões	Número de respostas				
	C	I	E	B	Total
1	18	06	-	-	24
2	13	07	04	-	24
3	17	07	-	-	24
4	16	08	-	-	24
5	15	09	-	-	24
Σ	79	37	04	-	120
Σ/T %	66	31	3	-	100

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em Branco.

1) Explique qual é a função do muco e dos cílios presentes no nariz.

Nesta questão esperava-se que as respostas estivessem próximas do seguinte conhecimento científico: “a função do muco é reter as partículas de poeira e microorganismos presentes no ar que grudam no muco e são varridos ou eliminados pelos movimentos dos cílios para o exterior ou para a garganta”.

Dezoito alunos (75%) responderam de forma correta, como neste exemplo: “a função é de limpeza e proteção da via aérea, o nariz” (R31). Seis alunos (25%) tiveram suas respostas consideradas incompletas, porque responderam de forma genérica ou explicaram a função de apenas um dos dois elementos, como no exemplo a seguir: “os cílios são como vassourinhas para limpar” (R17).

2) O que é hematose?

Uma resposta próxima do conhecimento científico seria: “A hematose é a troca de gases respiratórios que ocorre nos alvéolos, do gás carbônico do sangue pelo gás oxigênio capturado do ambiente. O sangue que chega aos alvéolos contém gás carbônico, que sai do sangue e entra no alvéolo, enquanto o oxigênio sai do alvéolo e vai para o sangue.” Foram consideradas certas as respostas dadas por 13 alunos (54%), como a deste exemplo: “é a mudança do gás carbônico dos alvéolos pulmonares pelo oxigênio” (R3). As respostas de sete alunos (29%) foram classificadas como incompletas, porque não fizeram referência específica à troca que ocorre nos alvéolos, como no seguinte exemplo: “a hematose é o resultado da respiração” (R13). Quatro alunos (17%) responderam incorretamente, como no exemplo seguir: “é a passagem do

gás carbônico do alvéolo para gás oxigênio no pulmão” (R12). Esta foi a pergunta em que os alunos apresentaram mais dificuldade.

3) *Como se chama a membrana dupla que envolve os pulmões? Que nome recebe a inflamação desta membrana?*

A resposta correta a esta pergunta, de acordo com o conhecimento científico, seria: “A membrana dupla que envolve os pulmões se chama pleura e sua inflamação recebe o nome de pleurite.” Foram consideradas corretas as respostas de 17 alunos (71%), que citaram “pleura” e “pleurite”. Sete alunos (29%) responderam de forma incompleta, citando apenas uma das duas denominações.

4) *Cite algumas doenças que podem afetar o sistema respiratório, provocadas por vírus, bactérias e pelo cigarro.*

Na quarta questão, 16 alunos (67%) responderam de maneira satisfatória, como se vê neste exemplo: “pelo cigarro asma, por bactéria pneumonia e por vírus gripe” (R27). Oito alunos (33%) responderam de forma incompleta, citando apenas um ou dois tipos de doenças.

5) *Explique a diferença entre respiração pulmonar e respiração celular.*

Com base no conhecimento científico, esta diferença poderia ser explicada da seguinte forma: “Na respiração pulmonar o ar entra nos pulmões e sai em seguida, através de um acontecimento repetitivo que envolve um conjunto de órgãos que fazem parte do sistema respiratório; enquanto a respiração celular ocorre dentro da célula e consiste na transformação da glicose extraída dos vários alimentos que ingerimos e do gás oxigênio, resultando na formação de gás carbônico e água.” Quinze alunos (62%) responderam adequadamente, como se observa neste exemplo: “na respiração pulmonar entra o ar nos pulmões e sai gás carbônico e na respiração celular acontece a liberação de energia pelos nutrientes” (R5). Nove alunos (38%) deram respostas consideradas incompletas, por fazer referência só a um dos tipos de respiração, como no caso deste exemplo: “na respiração celular o oxigênio e a energia dos alimentos entram nas células” (R8).

8.4 A progressão dos mapas conceituais

8.4.1 Qualidade dos mapas MCI

Nos mapas iniciais dos 24 alunos que compuseram este estudo, aparecem como conceito/ideia principal “Sistema Respiratório” (21 alunos) e “Respiração” (três alunos). Todos deram ênfase à “estrutura do sistema respiratório”, citando os ‘órgãos’ que o compõem, obedecendo ou não à sequência correta. Foram unânicos quando se referiram ao principal órgão do sistema respiratório como sendo o “pulmão”. Cinco alunos citaram que “os pulmões” são revestidos pelos “alvéolos pulmonares”, o que é

uma característica específica do pulmão e diz respeito à sua estrutura. Ao fazer referência aos órgãos do sistema respiratório, por onde passa o ar até chegar aos pulmões, 15 alunos escreveram que a entrada do ar se inicia pelas “narinas”, ou pelo “nariz”, ou pela “cavidade nasal”, ou pelas “fossas nasais”, ou ainda se referiram ao nariz e demais órgãos como as “vias respiratórias” ou “vias aéreas”. Seis alunos disseram, erroneamente, que o “sistema respiratório é formado pela boca”. A respiração pulmonar foi descrita por cinco alunos da seguinte forma: “Sistema respiratório possui as fossas nasais, faringe, laringe, traqueia, brônquios, bronquíolos e pulmões é por onde entra oxigênio e sai gás carbônico” (R11). Quanto à importância da respiração para a manutenção da vida dos seres vivos, esta foi mencionada por 14 alunos.

Tabela 22

Qualidade dos mapas MCI, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
R1	M	10	10	12	12	-	-	M	M	MR
R3	B	9	9	9	8	-	-	M	M	MR
R5	M	10	10	11	11	2	-	A	A	MB
R8	B	10	10	12	7	2	-	B	B	MR
R9	B	9	9	8	8	-	-	B	B	MR
R11	M	10	10	21	21	2	-	A	A	MB
R12	B	10	9	16	14	-	-	B	B	MR
R13	B	10	9	9	7	-	-	B	B	MR
R15	M	10	10	9	8	-	-	A	A	MB
R16	B	10	9	9	8	-	-	B	B	MR
R17	B	11	10	10	9	-	-	B	B	MR
R20	M	10	10	10	10	1	-	A	A	MB
R22	M	10	10	9	9	-	-	A	A	MB
R24	M	10	10	15	15	2	-	A	A	MB
R27	B	10	9	9	8	-	-	B	B	MR
R28	B	10	10	11	8	1	-	B	B	MR
R29	M	10	9	9	8	-	-	A	A	MB
R30	M	10	10	12	12	1	-	A	A	MB
R31	B	10	10	9	9	-	-	B	B	MR
R32	B	10	10	9	9	-	-	B	B	MR
R34	M	10	10	12	10	2	-	A	A	MB
R35	B	10	10	9	3	-	-	B	B	MR
R36	M	10	10	9	9	-	-	A	A	MB
R37	M	10	10	12	12	1	2	A	A	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

A maioria dos alunos incluiu em seus mapas conceitos/ideias científicos relevantes da matéria de ensino. Estes alunos evidenciaram que possuíam conhecimentos prévios sobre o tema “Sistema Respiratório”, os quais necessitavam ser melhor trabalhados. O número médio de conceitos por mapa foi 10, registrando-se um percentual muito pequeno de conceitos inválidos (3%). Em muitos mapas o número de proposições formuladas superou o de conceitos, mas 10% das proposições se revelaram inválidas. O grau de hierarquia conceitual variou igualmente entre médio e baixo. Já a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa foram classificadas como altas em 11 mapas e como baixas em igual número de mapas. Observaram-se ligações cruzadas em nove mapas. Onze mapas foram classificados como bons e os outros 13 como regulares.

8.4.2 Qualidade dos mapas MCII

Nos mapas elaborados durante o estudo do tema, foram trazidos diversos conceitos científicos relevantes da matéria de ensino. Dois terços dos alunos usaram como conceito/ideia principal “Sistema Respiratório”, enquanto os demais utilizaram “Respiração”. Vinte alunos mencionaram como conceitos subordinados ao conceito geral “respiração celular”, “respiração pulmonar”, “trocas gasosas”, “vias aéreas”, “vias respiratórias”, “pulmões”, “alvéolos pulmonares” e “células”, explicando sobre as trocas gasosas, a estrutura que envolve os pulmões, responsável por realizar a hematose pulmonar, os gases eliminados nos movimentos de inspiração e expiração, entre outros. Quatro alunos colocaram em seus mapas “nariz”, “células”, “mitocôndria”, “oxigênio”, “gás carbônico”, “energia”, “pulmão”, “alvéolos pulmonares”, “saúde”, “vida” e “ar” como conceitos subordinados ao principal, uma vez que a maioria deles pode ser considerada como conceitos de segundo ou terceiro nível, mais específicos para o tema objeto de estudo. Onze alunos não mencionaram os conceitos de “inspiração” e “expiração”, relevantes do tema, ao passo que os outros 13 disseram que é através dos “pulmões” que são realizados os movimentos de “inspiração” e “expiração”, nos quais ocorrem as “trocas de gases”, uma vez que o pulmão inspira “oxigênio” e expira “gás carbônico”..

Dois conceitos centrais da matéria de ensino estiveram presentes em 21 mapas: o conceito de “respiração pulmonar”, como um evento que acontece no nosso corpo, de entrada e saída de ar pelos pulmões; e o de “respiração celular”, como um processo que ocorre dentro das células e consiste na transformação da glicose dos alimentos e do gás oxigênio em gás carbônico e água, liberando energia que as células armazenam para realizar suas atividades.

Vários alunos trouxeram novos conceitos científicos relevantes da matéria de ensino em seus mapas e atribuíram novos significados a ideias trazidas anteriormente, evidenciando a ocorrência de um processo de aprendizagem significativa durante o estudo do tema. Foi dada maior atenção à organização hierárquica dos conceitos e a aplicação dos princípios ausubelianos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa mostrou evolução expressiva em relação aos mapas iniciais. Um conjunto de

19 mapas obteve a classificação MB, apresentando conceitos/ideias centrais do tema, uma hierarquia apreciável, boa qualidade das proposições formuladas e relações cruzadas.

Tabela 23

Qualidade dos mapas MCII, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
R1	M	10	10	12	11	2	-	A	A	MB
R3	M	11	11	10	10	1	-	A	A	MB
R5	M	11	11	11	11	-	-	A	A	MB
R8	B	11	11	15	13	3	-	M	M	MR
R9	B	10	10	10	10	1	-	M	M	MR
R11	M	10	10	11	11	2	-	A	A	MB
R12	M	10	10	13	13	4	-	A	A	MB
R13	B	11	11	12	12	2	-	M	M	MR
R15	M	10	10	13	13	4	-	A	A	MB
R16	M	10	10	10	10	2	-	A	A	MB
R17	M	10	10	10	10	-	-	A	A	MB
R20	M	10	10	11	10	2	-	A	A	MB
R22	M	12	13	13	12	3	-	A	A	MB
R24	M	10	10	12	12	2	-	A	A	MB
R27	B	11	9	15	11	2	-	M	M	MR
R28	M	12	12	14	14	3	2	A	A	MB
R29	M	10	10	11	11	-	-	A	A	MB
R30	M	11	11	13	13	2	-	M	M	MB
R31	M	9	9	11	11	3	-	A	A	MB
R32	M	11	11	13	13	3	-	M	M	MB
R34	M	10	10	12	12	3	-	A	A	MB
R35	B	10	10	10	10	-	-	M	M	MR
R36	M	10	10	10	10	3	-	A	A	MB
R37	M	10	10	11	11	3	-	A	A	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

8.4.3 Qualidade dos mapas MCIII

Nos mapas realizados depois do estudo, vinte alunos utilizaram como conceito/ideia principal “Sistema Respiratório” e quatro, “Respiração”. Todos os 24 alunos incluíram algum tipo de doença que acomete o sistema respiratório, podendo

acontecer nas vias aéreas ou nos pulmões, mas nenhum deles fez referência a formas de tratamento ou prevenção das doenças em seus mapas. Três alunos mencionaram os conceitos/ideias de “vírus” e “bactéria”, citando as doenças originadas por eles. Além desses conceitos, dois alunos incluíram também o “cigarro” como causador de doenças que afetam o sistema respiratório.

Tabela 24

Qualidade dos mapas MCIII, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
R1	A	10	10	11	11	2	-	A	A	MB
R3	M	11	11	11	9	1	-	M	M	MR
R5	A	11	11	10	10	1	-	A	A	MB
R8	M	11	11	10	10	-	-	B	B	MR
R9	A	10	10	10	10	1	-	A	A	MB
R11	A	11	11	11	11	2	-	A	A	MB
R12	M	11	11	14	11	4	-	M	M	MR
R13	M	10	10	9	9	-	-	M	M	MR
R15	A	11	11	10	10	1	-	A	A	MB
R16	M	10	10	11	0	1	-	M	M	MR
R17	A	12	12	19	19	7	-	A	A	MB
R20	M	11	11	10	10	-	-	M	M	MR
R22	M	11	11	11	11	-	-	M	M	MB
R24	A	12	12	12	9	1	-	A	A	MB
R27	A	11	11	12	12	1	-	A	A	MB
R28	A	11	11	14	14	4	-	A	A	MB
R29	A	11	11	15	15	4	-	A	A	MB
R30	M	12	12	12	12	-	-	M	M	MB
R31	A	12	12	19	19	8	-	A	A	MB
R32	A	10	10	15	15	4	-	A	A	MB
R34	A	12	12	17	17	6	-	A	A	MB
R35	A	10	10	12	12	3	-	A	A	MB
R36	A	12	12	15	15	2	-	A	A	MB
R37	A	10	10	13	13	4	4	A	A	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

Dez alunos trouxeram como conceitos subordinados ao conceito geral “vias aéreas”, “pulmões”, “células”, “tuberculose”, “câncer”, “pneumonia”, “gripe”, “asma”, “rinite”, “enfisema”, “resfriado”, “bronquite”, “respiração pulmonar”, “respiração celular”. Cinco alunos apresentaram como conceitos subordinados ao geral “vias

aéreas”, “doença”, “inspiração”, “expiração”, “vias respiratórias”, “pulmão”, “trocas gasosas”. A partir do conceito subordinado “doença”, estes alunos especificaram as doenças que ocorrem no pulmão e nas vias aéreas. Nove alunos usaram como conceitos subordinados ao geral “vias respiratórias”, “pulmões”, “trocas gasosas”, “alvéolos pulmonares”, “vias aéreas”, “respiração pulmonar”, “respiração celular”, “micro-organismos”, “vírus”, “cigarro”, “bactérias”, e a partir destes relacionaram as doenças do sistema respiratório.

Dez alunos não trouxeram em seus mapas como conceitos/ideias relevantes da matéria de ensino os conceitos de “inspiração” e “expiração”, enquanto os demais citaram que é através dos “pulmões” que são realizados os movimentos de “inspiração” e “expiração”, onde ocorrem as “trocas de gases”, uma vez que o pulmão inspira “oxigênio” e expira o “gás carbônico”. Os conceitos de “respiração pulmonar” e “respiração celular”, centrais da matéria de ensino, foram referidos pelos alunos em seus mapas finais.

Observou-se uma melhoria acentuada na hierarquia dos mapas finais, comparativamente aos dois anteriores. As proposições formuladas apresentaram boa qualidade e verificou-se um número expressivo de relações cruzadas. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa apresentaram níveis praticamente idênticos aos registrados nos mapas elaborados durante o estudo.

8.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas

No primeiro momento, antes da intervenção, verificou-se que 11 alunos (46%) conseguiram elaborar mapas conceituais bons, número que subiu para 19 (79%) no segundo momento e caiu um pouco no terceiro, depois da intervenção, situando-se em 18 (75%). Por sua vez, nos mapas iniciais, 13 alunos (54%) demonstraram possuir alguns conhecimentos básicos sobre a matéria de ensino, construindo mapas enquadrados na categoria MR. Este número retrocedeu para 5 (21%) nos mapas II, mas apresentou pequeno incremento nos mapas III, situando-se em 6 (25%). Em nenhum dos três momentos foram elaborados mapas considerados deficientes. A situação apresentada evidencia um avanço na aprendizagem conceitual e uma resposta positiva em relação ao instrumento utilizado.

Analisando a progressão dos mapas individualmente, observa-se que dos 11 alunos que construíram mapas considerados bons no primeiro momento apenas um (R20) não se manteve nesta categoria, elaborando MR no terceiro momento. Dentre os 13 alunos que produziram MR nos mapas I, oito apresentaram evolução positiva no segundo momento, produzindo mapas bons, entretanto, três deles (R3, R12, R16) retrocederam para a categoria MR no final. Por outro lado, dentre os que permaneceram com MR nos mapas II, três evoluíram para MB nos mapas III. Apenas dois alunos (R8, R13) não revelaram qualquer progresso durante o processo, elaborando MR nos três momentos.

Tabela 25

Resultado geral da qualidade dos três mapas, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	MCI (Antes)			MCII (Durante)			MCIII (Depois)		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
R1	-	1	-	1	-	-	1	-	-
R3	-	1	-	1	-	-	-	1	-
R5	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R8	-	1	-	-	1	-	-	1	-
R9	-	1	-	-	1	-	1	-	-
R11	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R12	-	1	-	1	-	-	-	1	-
R13	-	1	-	-	1	-	-	1	-
R15	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R16	-	1	-	1	-	-	-	1	-
R17	-	1	-	1	-	-	1	-	-
R20	1	-	-	1	-	-	-	1	-
R22	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R24	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R27	-	1	-	-	1	-	1	-	-
R28	-	1	-	1	-	-	1	-	-
R29	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R30	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R31	-	1	-	1	-	-	1	-	-
R32	-	1	-	1	-	-	1	-	-
R34	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R35	-	1	-	-	1	-	1	-	-
R36	1	-	-	1	-	-	1	-	-
R37	1	-	-	1	-	-	1	-	-
TOTAL	11	13	-	19	5	-	18	6	-
%	46	54	-	79	21	-	75	25	-

Nota. **MB** = Mapa Bom; **MR** = Mapa Regular; **MD** = Mapa Deficiente.

A análise aponta a existência de poucas dificuldades nas relações conceituais do tema Sistema Respiratório, no que se refere à maior parte dos alunos investigados, evidenciando a presença de conhecimentos prévios suficientes para a ancoragem dos novos conceitos da matéria de ensino. Pode-se afirmar que ocorreu evolução conceitual no conjunto dos alunos, observando-se uma série de evidências quanto às representações externas dos significados atribuídos por eles sobre o conceito Sistema Respiratório.

8.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais

8.5.1 Caso 1: aluno R32

A construção inicial (figura 33) apresenta o conceito geral “respiração” e em seguida descreve uma sequência correta de eventos que acontecem durante a respiração até o ar chegar aos pulmões, onde “entra o oxigênio” e “sai o gás carbônico”. Há uma proposição complementar, formada a partir do conceito “nariz”: “nariz tem pelos protetores”.

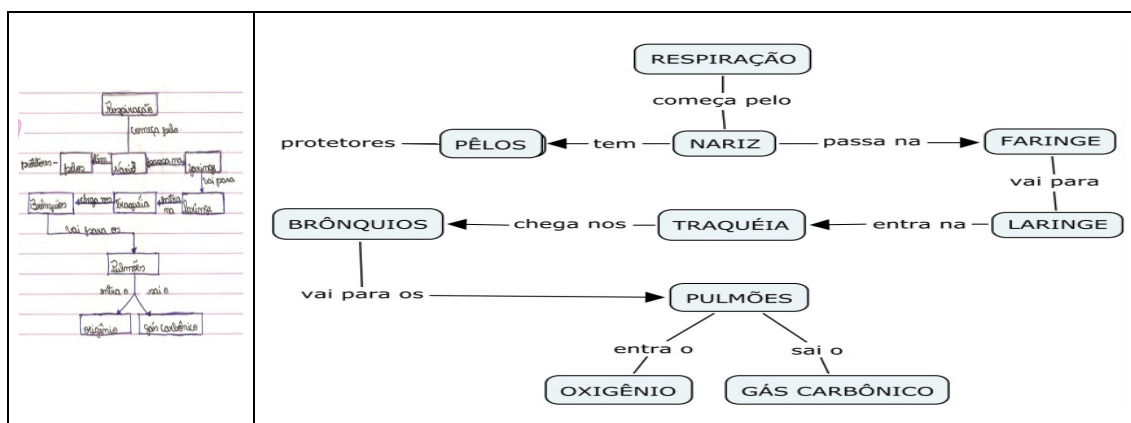


Figura 33: Mapa Conceitual I (R32) - Mapa Regular

O mapa possui quatro níveis hierárquicos horizontalmente e quatro verticalmente. Isso indica que em sua estrutura cognitiva o aluno já possuía subsunções disponíveis para o conteúdo deste tema. Os conceitos/ideias usados seguiram uma sequência linear de eventos, sem evidenciar quais seriam os conceitos/ideias que estariam subordinados ao geral e quais seriam os superordenados. Embora tenha trazido conceitos/ideias relevantes para o estudo, o aluno não está familiarizado com a estrutura hierárquica que deve ter um mapa conceitual, e não soube organizá-lo conforme os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e reconciliação integrativa dos conceitos.

O segundo mapa deste aluno (figura 34) também inicia com o conceito geral “respiração”, porém, introduz quatro conceitos distintos subordinados ao conceito geral: “vias aéreas”, “seres vivos”, “celular” e “pulmonar”. Utiliza conceitos específicos relevantes: “pulmões”, “oxigenação”, “troca de gases”, “sangue”. O novo conceito “vias aéreas” substituiu o conceito “nariz” utilizado no mapa inicial. Ele explica as trocas gasosas que ocorrem na respiração pulmonar, como se dá a oxigenação do sangue através da respiração celular, e como o ar passa das vias aéreas até chegar aos pulmões.

O mapa possui três níveis hierárquicos horizontais e quatro verticais. Todos os conceitos/ideias usados são científicos da matéria de ensino. Analisando a proposição central formada – “a respiração garante aos seres vivos a oxigenação do sangue” –, entende-se que ele está se referindo às trocas gasosas entre o sangue e o ar dentro dos alvéolos pulmonares, que são estruturas componentes dos pulmões. Estão incluídos os dois tipos de respiração: a “respiração pode ser celular” e a “respiração pode ser

pulmonar”, quando “ocorre a troca de gases entre o O2 e o CO2”, a qual “ocorre nos pulmões”. São informações novas, relevantes da matéria de ensino, que não estavam no mapa inicial. Por outro lado, em momento algum há referência sobre os movimentos de inspiração e expiração. Este mapa possui uma hierarquia apreciável, observando-se a aplicação dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa.

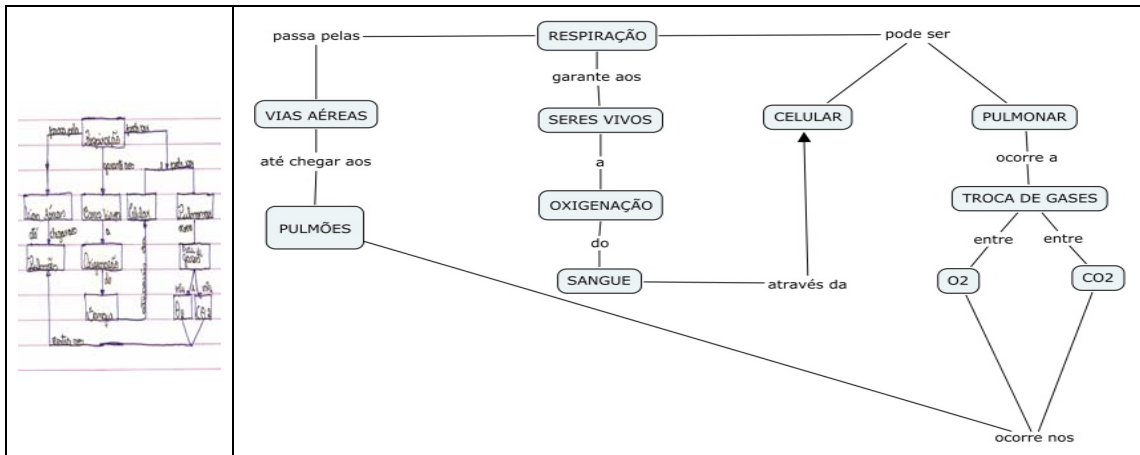


Figura 34: Mapa Conceitual II (R32) - Mapa Bom

O terceiro mapa (figura 35) utilizou o conceito geral “sistema respiratório”, trazendo logo abaixo os conceitos “vias respiratórias”, “doenças” e “trocas gasosas”, subordinados ao geral e inter-relacionados entre si. Os conceitos mais específicos, colocados abaixo dos subordinados, são: “gripe”, “pneumonia”, “asma” e “pulmões”, seguindo-se “inspiração” e “expiração”. Todos são conceitos relevantes da matéria de ensino, demonstrando que o aluno vem evoluindo conceitualmente, o que sugere a ocorrência de um processo de aprendizagem significativa. O aluno demonstra estar familiarizado com a estrutura hierárquica e conceitual do mapa. A qualidade das proposições formuladas dá significado aos conceitos e existem várias ligações cruzadas entre eles, aumentando assim a potencialidade do mapa.

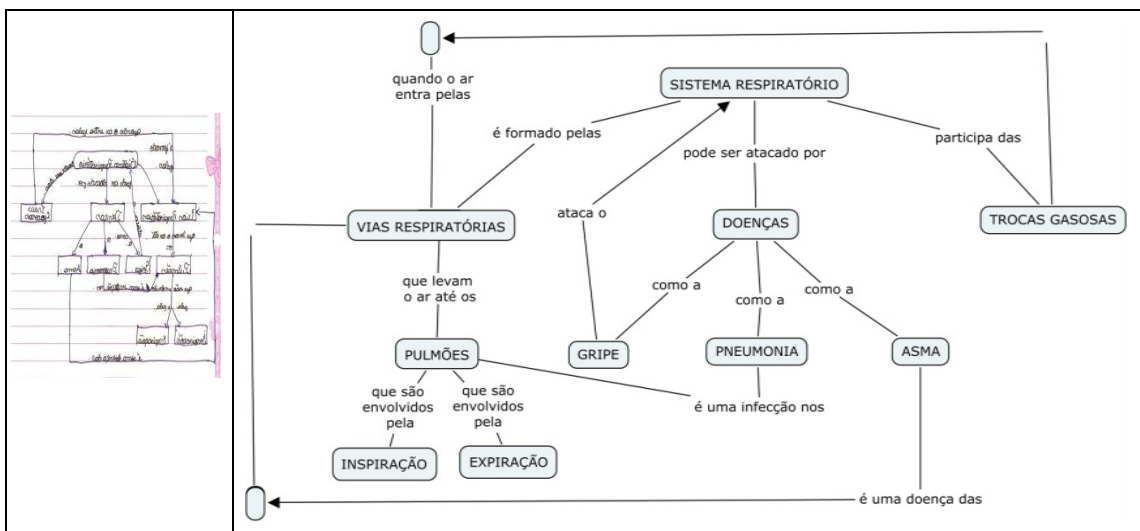


Figura 35: Mapa Conceitual III (R32) - Mapa Bom

8.5.2 Caso 2: aluno R34

O mapa inicial (figura 36) apresenta “respiração” como conceito/ideia principal e coloca como conceitos subordinados ao conceito geral “vias aéreas” e “ar atmosférico”. Os conceitos específicos ligados ao conceito subordinado “vias aéreas” são: “nariz”, “faringe”, “laringe”, “traqueia”, “brônquios”, “bronquíolos” e “pulmões”, sendo este último relacionado também ao “sistema respiratório”. Os conceitos/ideias apresentados por este aluno fazem referência à estrutura que forma o sistema respiratório e são conceitos científicos da matéria de ensino. Isso indica que sua estrutura cognitiva possui subsunçores adequados para o estudo do tema. Embora o aluno ainda não esteja familiarizado com a estrutura que deve ter um mapa conceitual, soube organizá-lo hierarquicamente e conseguiu aplicar os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa dos conceitos. Todas as ligações possuem conectores e foram utilizadas palavras de ligação adequadas, formando proposições válidas.

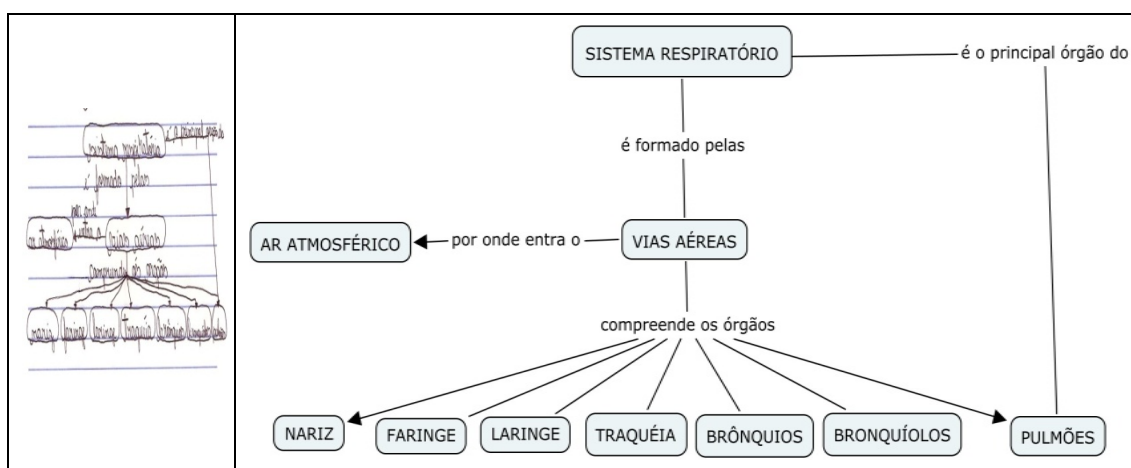


Figura 36: Mapa Conceitual I (R34) - Mapa Bom

O segundo mapa (figura 37) possui uma hierarquia vertical do topo para a base bem definida. O conceito geral permanece o mesmo do mapa inicial e como conceitos subordinados o aluno usou “vias respiratórias” e “pulmões”. O conceito “vias respiratórias” foi utilizado para representar o conjunto de órgãos que as compõem. Em seguida, por meio da diferenciação dos conceitos mais específicos “oxigênio” e “gás carbônico”, o aluno explica o que acontece nas vias respiratórias. No outro lado do mapa, usando os princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, o aluno cita os movimentos de inspiração e respiração realizados pelos pulmões, os alvéolos pulmonares e o processo de hematose.

O mapa apresenta seis níveis na hierarquia horizontal. A maioria das palavras de ligação são expressões, formando proposições válidas. Observa-se que está ocorrendo uma evolução conceitual do aluno, que demonstra um bom entendimento do conteúdo estudado. Foi considerado como um bom mapa, pois o aluno está atribuindo significado à matéria de ensino, estruturando, hierarquizando, diferenciando, explicando, relacionando e integrando conceitos do conteúdo.

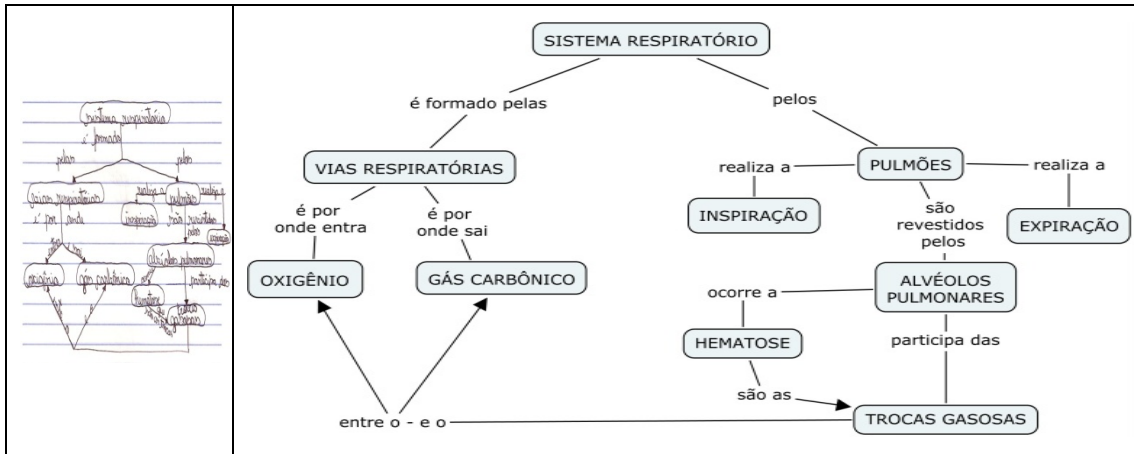


Figura 37: Mapa Conceitual II (R34) - Mapa Bom

O terceiro mapa (figura 38) tem como foco as doenças que acometem o sistema respiratório. Como no mapa anterior, apresenta o conceito geral “sistema respiratório” e nas extremidades os conceitos subordinados a ele “vias respiratórias” e “pulmão”, como locais onde as doenças se instalam. No centro, o primeiro nível de diferenciação se dá pelos agentes causadores das moléstias: vírus, cigarro e bactérias. Em seguida, encontram-se os conceitos específicos de cada tipo de doença.

O mapa possui uma hierarquia bem definida do topo para base. O aluno realizou diferenciações progressivas e reconciliações integrativas, cruzando as informações específicas colocadas na base com os dois conceitos situados acima, nas extremidades do mapa. Os conceitos relacionados às doenças foram os mais explorados durante a sua apresentação, incluindo as formas de contágio e prevenção. Este mapa final, apresentado para os colegas da classe, evidencia a evolução dos seus conceitos prévios ao longo do processo de ensino/aprendizagem.

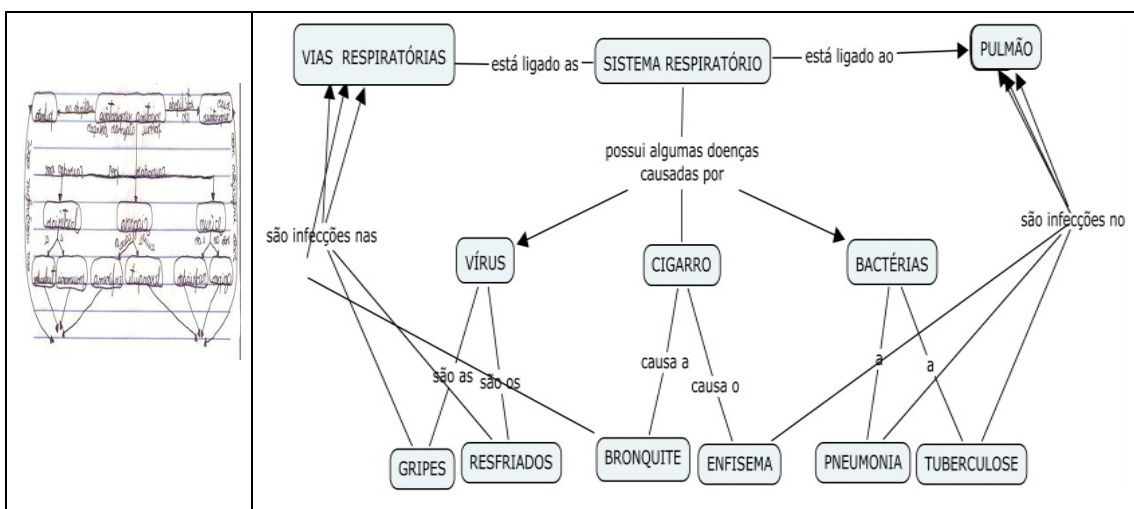


Figura 38: Mapa Conceitual III (R34) - Mapa Bom

8.5.3 Caso 3: aluno R37

O primeiro mapa (figura 39) traz como conceito principal “sistema respiratório” e como conceitos/ideias diretamente subordinados a ele “seres vivos”, “vias aéreas” e “pulmões”, sendo este último relacionado ao conceito “seres vivos”. No terceiro nível da hierarquia horizontal cita “órgãos” como conceito/ideia específico e abaixo exemplifica alguns deles, fazendo uma ligação cruzada com o conjunto de “órgãos” que conduz o “ar” para os “pulmões. A partir do conceito “pulmões” formula uma proposição relevante para o tema a ser estudado: no “pulmão ocorre a passagem do oxigênio para o sangue”. O aluno demonstra conhecer conceitos científicos relevantes para o tema.

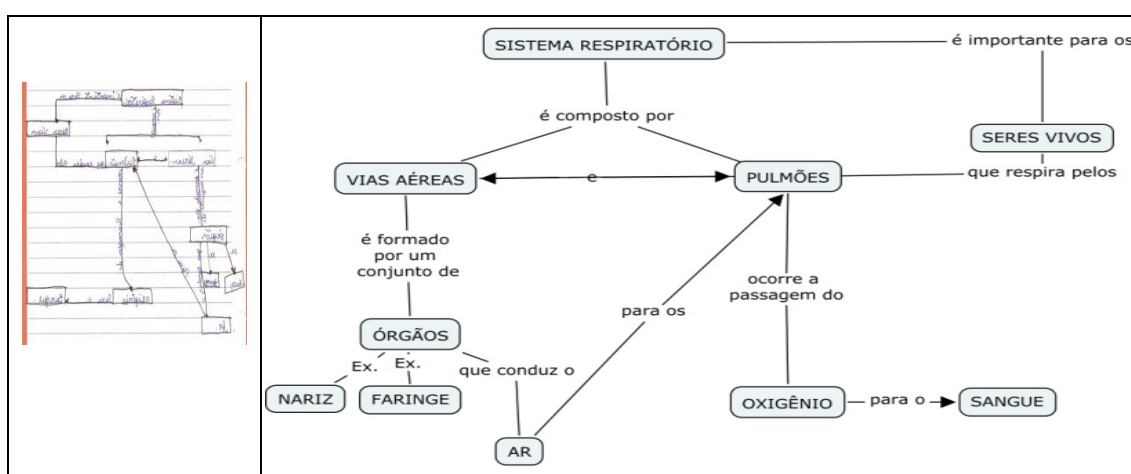


Figura 39: Mapa Conceitual I (R37) - Mapa Bom

No segundo mapa (figura 40), aparecem três conceitos diretamente subordinados ao principal, “sistema respiratório”: “pulmão”, “troca de gases” e “respiração celular”. Os conceitos específicos “inspiração” e “expiração” foram relacionados à entrada do “oxigênio” e à saída do “gás carbônico”. O conceito subordinado “respiração celular” foi relacionado, através de uma ligação cruzada, com a obtenção do “oxigênio” e da “energia” extraída dos “alimentos”. Sete conceitos são novos em relação ao mapa anterior.

O mapa é hierárquico, possuindo cinco níveis na hierarquia horizontal, e demonstra, ainda que timidamente, a aplicação dos princípios da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa. Apresenta cinco conceitos centrais para o estudo do tema e as palavras de ligação formam proposições válidas. Verifica-se apenas um equívoco na primeira proposição no centro do mapa, na utilização da expressão “é o processo de” (“sistema respiratório é o processo de troca de gases”), quando deveria ter sido usado o verbo “realiza” em lugar de “é”. Observa-se evolução conceitual em relação ao mapa anterior, o que indica estar havendo entendimento do conteúdo estudado.

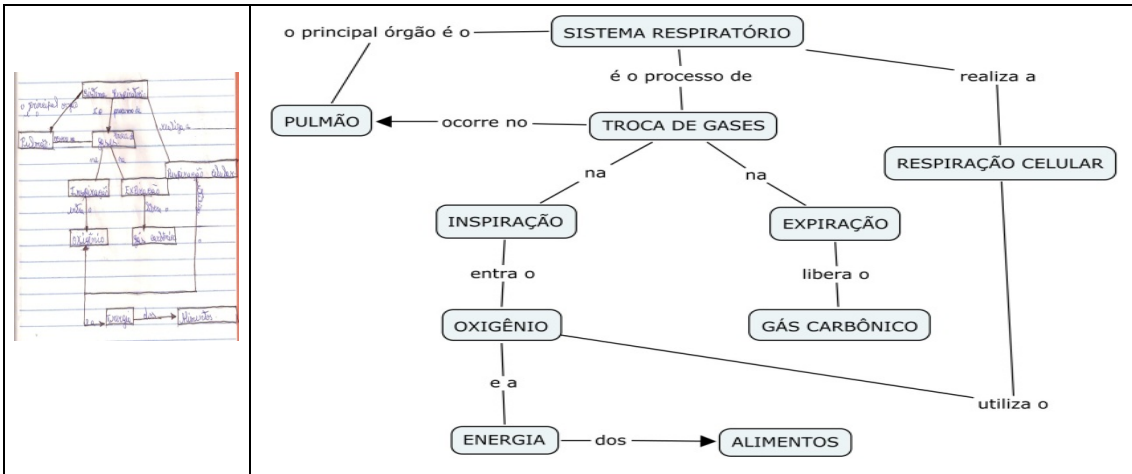


Figura 40: Mapa Conceitual II (R37) - Mapa Bom

O terceiro mapa (figura 41) aborda os últimos conteúdos estudados na sala de aula, referentes a doenças que acometem o sistema respiratório. Assim, ao lado dos conceitos “vias aéreas” e “pulmões”, é introduzido o novo conceito “doenças”. Logo abaixo dele, o aluno cita os conceitos específicos “vírus” e “bactérias”, aos quais relaciona exemplos de doenças por eles causadas.

O mapa possui cinco níveis hierárquicos verticais e quatro horizontais, e apresenta algumas ligações cruzadas. Os conceitos são relevantes para o tema, embora contemplem apenas parte do conteúdo estudado. Todas as linhas de ligação possuem conectores adequados, formando proposições válidas. A análise dos três mapas revela a que o aluno evoluiu em termos conceituais, à medida que o estudo do tema foi avançando, observando-se que alguns conhecimentos iniciais foram modificados, tornando-se mais elaborados.

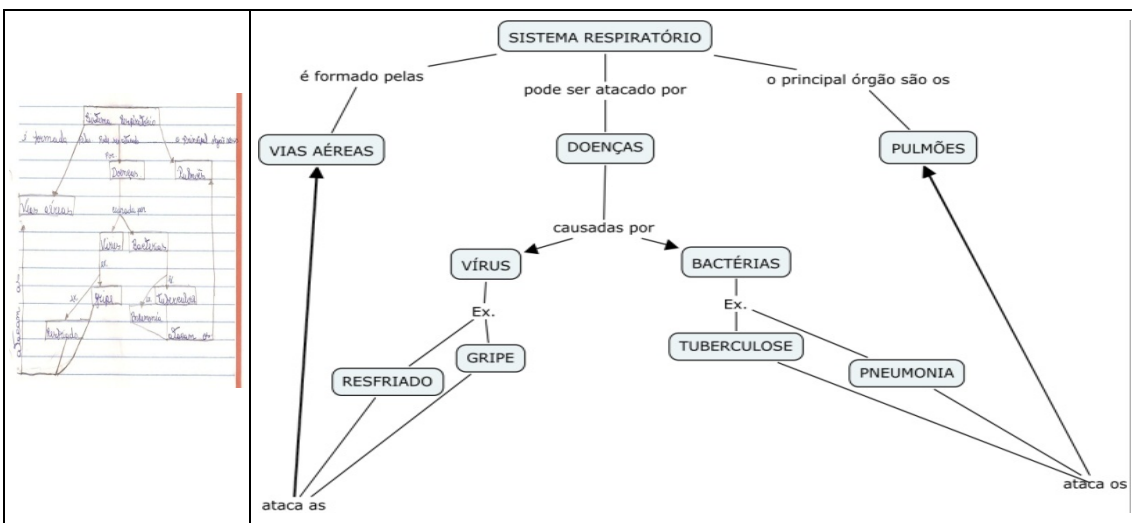


Figura 41: Mapa Conceitual III (R37) - Mapa Bom

Considera-se que o uso do mapa conceitual contribuiu para melhorar o nível de aprendizagem dos conceitos necessários à compreensão do Sistema Respiratório. Por tal razão, esta ferramenta revelou um poder de ação funcional competente. Quanto à sua utilização em sala de aula, verifica-se que abre possibilidades diversas, ou seja, diferentes caminhos para a aprendizagem dos conteúdos, construindo subsunções integradores dos conceitos específicos da matéria de ensino, resultando na aprendizagem significativa. Quando utilizados de maneira progressiva, os mapas conceituais desvendam a evolução da aprendizagem e mostram em que momento da intervenção são mais eficientes (Mendonça & Silveira, 2011).

8.6 Evolução dos conceitos nos três mapas

A evolução dos conceitos/ideias nos três conjuntos de mapas (ver tabela 26) permite perceber que, embora a variedade de conceitos citados nos mapas não tenha aumentado, os conceitos foram modificados e melhor elaborados ao longo do ensino. A qualidade da diferença dos conceitos e suas respectivas relações permitirão dizer se a inserção dessa ferramenta otimizou a aprendizagem do tema. Serão apresentadas as categorias e as subcategorias, o número de conceitos nelas inseridos e a quantidade de alunos que os mencionaram em cada um dos mapas.

Os mapas de conceitos MCIII totalizaram 36 diferentes conceitos/ideias, sendo 24 novos em relação aos mapas I, dos quais 11 já haviam sido citados nos mapas II. Onze conceitos são comuns aos três mapas e representam conceitos centrais e relevantes para o tema: o conceito principal “sistema respiratório” (21, 19, 20) e “respiração” (3, 8, 4); as estruturas constituintes “vias respiratórias/vias aéreas” (5, 13, 18), “nariz, narinas, fossas nasais, cavidades nasais” (24, 5, 3); “faringe” (22, 3, 1); “brônquios” (21, 2, 1); “pulmões” (24, 21, 20); “alvéolos pulmonares” (5, 11, 7); “energia” (2, 10, 3); “gás oxigênio/O₂” (6, 21, 9) e “gás carbônico/CO₂” (4, 14, 3). Observa-se, assim, que os alunos já possuíam conhecimentos científicos prévios sobre o tema.

Os 11 conceitos que são exclusivos dos mapas MCII e MCIII estão relacionados ao processo de ensino/aprendizagem desenvolvido. Eles dizem respeito ao tipo de respiração, à forma como ocorre, às células responsáveis e aos componentes que participam: “celular” (18, 8); “células” (8, 3); “mitocôndrias” (5, 1); “glicose” (2, 1); “alimentos” (2, 1); “nutrientes” (7, 2); “pulmonar” (10, 7); “hematose” (8, 6); “trocas gasosas” (8, 5); “inspiração” (14, 10); “expiração” (14, 10). Verifica-se que todos eles foram mais citados nos mapas II, uma vez que muitos alunos optaram por focalizar as doenças respiratórias no último mapa elaborado.

Os 13 conceitos exclusivos dos mapas MCIII são relativos às doenças que acometem o sistema respiratório: “doenças” (5); “vírus” (3); “gripe” (16); “resfriado” (16); “bactérias” (3); “pneumonia” (20); “tuberculose” (14); “cigarro” (2); “câncer” (4); “bronquite” (5); “enfisema” (9); “rinite” (3); e “asma” (14).

A análise comparativa dos mapas conceituais revela que os conceitos presentes apenas nos mapas MCI correspondem a características estruturais do sistema respiratório. Por sua vez, os conceitos presentes nos mapas MCIII são qualitativamente

melhores do que os dos mapas MCI, resultado que constitui uma evidência de que o ensino foi potencialmente significativo e, portanto, favoreceu a captação de significados. Finalmente, os *melhores* conceitos estão presentes nos mapas II e III, demonstrando que o ensino modificou os conhecimentos prévios dos alunos.

Tabela 26

Evolução dos conceitos nos três mapas, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Categorias	Conceitos Subcategorias	Número de citações			
		MCI	MCH	MCHII	
Conceitos Chaves	Sistema Respiratório	22	17	20	
	Respiração	2	7	4	
Importância	Vida	8	1	-	
	Seres Vivos	14	3	-	
	Ar	9	5	-	
Estruturas Constituintes	Vias Respiratórias – Vias Aéreas	5	13	18	
	Órgãos	2	1	-	
	Nariz / Narinas / Fossas nasais / Cavidades nasais	24	5	3	
	Faringe	22	3	1	
	Laringe	20	2	-	
	Traqueia	23	1	-	
	Brônquios	21	2	1	
	Bronquíolos	11	-	4	
	Pulmões	24	21	20	
	Alvéolos Pulmonares	5	11	7	
	Tipos de Respiração e Componentes Envolvidos	Celular	-	18	7
		Células	-	8	3
Sangue		1	3	-	
Mitocôndrias		-	5	1	
Glicose		-	2	1	
Alimentos		-	2	1	
Nutrientes		-	7	2	
Energia		2	10	3	
Água		-	2	-	
Pulmonar		-	10	7	
Hematose		-	8	6	
Trocac gasosas	-	8	5		

Conceitos		Número de citações		
Categorias	Subcategorias	MCI	MCH	MCHH
Movimentos Respiratórios	Inspiração	-	14	10
	Expiração	-	14	10
Gases da Respiração	Gás oxigênio – O ₂	6	21	9
	Gás carbônico – CO ₂	4	14	3
Distúrbios Respiratórios	Doenças	-	-	5
	Vírus	-	-	3
	Gripe	-	-	16
	Resfriado	-	-	16
	Bactérias	-	-	3
	Pneumonia	-	-	20
	Tuberculose	-	-	14
	Cigarro	-	-	2
	Câncer	-	-	4
	Bronquite	-	-	5
	Enfisema	-	-	9
	Alergias	-	-	-
	Rinite	-	-	3
	Asma	-	-	14
	Total de conceitos citados		19	30
Total de conceitos novos em relação ao Mapa I		-	12	24
Total de conceitos novos comuns aos Mapas II e III			11	

8.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual

Nas respostas à primeira pergunta, os alunos se posicionaram de forma positiva com relação ao uso dos mapas conceituais. Apenas um aluno (R36) deu uma resposta desfavorável: “não me identifiquei fazendo mapa, achei muito difícil”. Entretanto, analisando os mapas construídos por este aluno, verifica-se que ele elaborou bons mapas. Na segunda pergunta, a maior parte das dificuldades apontadas dizem respeito à construção do mapa: “montar o mapa dentro das normas” e “ligar um conceito no outro” (R11); “fazer a hierarquia”, “colocar as palavras de ligação” e “explicar o que aprendeu com o mapa” (R37). Na terceira pergunta, o número de vantagens apontadas foi maior que o de desvantagens. Entre as primeiras, destacam-se as relativas à facilitação da aprendizagem e ao prazer com a atividade; entre as segundas, o tempo requerido para fazer o mapa, a dificuldade em construí-lo e o fato de ter que apresenta-lo. Na quarta pergunta, a grande maioria dos alunos se mostrou favorável ao uso dessa ferramenta em outras disciplinas, utilizando principalmente argumentos relacionados ao favorecimento da aprendizagem. Curiosamente, o aluno R36, que na primeira pergunta revelou não ter se identificado fazendo mapa, também se manifestou de forma favorável nesta última pergunta, dizendo que “seria mais fácil aprender o assunto dado”.

Três alunos participaram de livre e espontânea vontade da entrevista semiestruturada. Revelaram que gostaram de fazer e apresentar o mapa, mas que o conteúdo estudado foi difícil. Como benefícios das atividades realizadas com o mapa, relataram que organizam melhor as atividades, aprendem mais, não decoram o assunto e

desenvolvem melhor a capacidade de resumir. Segundo eles, o trabalho usando mapas conceituais nas aulas possibilita um aprendizado onde eles conseguem ver seus equívocos e melhorá-los, além de tornar as aulas mais animadas. Sobre a diferença entre a metodologia anterior e a atual, usando o recurso do mapa, disseram que antes existia uma rotina que não motivava e com o uso dos mapas não há, pois o instrumento é dinâmico. Quanto ao modo de elaborar o mapa, disseram estar dispostos a experimentar de todas as maneiras. Para o trabalho com mapas em classe houve a sugestão de que os conceitos fossem preestabelecidos.

CAPÍTULO 9

ESTUDO 5:

LICENCIANDOS EM BIOLOGIA FAMÍLIA ELEPHANTIDAE

O desenvolvimento deste estudo ocorreu no mês de maio de 2006, com um grupo de alunos de Licenciatura em Biologia, participantes do *Segundo Curso de Extensão Universitária sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais*, ministrado pela pesquisadora. A intervenção abordou conteúdos específicos de Zoologia sobre o tema *Família Elephantidae*, cujo conceito principal foi “Elefantes”. O público-alvo da pesquisa foi composto por 36 licenciandos, alunos do 1º, 3º, 5º e 7º períodos, sendo 13 do sexo masculino e 23 do sexo feminino. As aulas aconteceram nos finais de semana, nos períodos matutino e vespertino, perfazendo um total de sete encontros e 45 horas-aula.

9.1 Preparação da intervenção

9.1.1 Plano de Ensino

Na programação do curso de extensão estavam previstas aulas expositivas acompanhadas de discussões em grupo, atividades de pesquisa, apresentação de seminários e elaboração de mapas conceituais, conforme consta do plano de ensino abaixo.

Quadro 8

Plano de Ensino - Licenciandos em Biologia

Rua Capitão Pedro Rodrigues, 105 - São José - Garanhuns/PE CEP: 55290.000 - Fone: 87-3761.1343		
Núcleo de Comunicação e Tecnologia da Informação - NCTI		
PLANO DE ENSINO		
2º CURSO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA – Ciências Biológicas		
Tema: Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais		
ANO: 2006	SEMESTRE: 1º	CARGA HORÁRIA DO CURSO: 45 horas-aula
DATA INICIAL: 06.05.2006		DATA FINAL: 28.05.2006
DIAS DA SEMANA: sábado e domingo		
Público-alvo: Licenciandos do curso de CIÊNCIAS BIOLÓGICAS		
TURNOS: manhã e tarde	PERÍODOS: 1º, 3º, 5º e 7ºs	LOCAL: UPE/FFPG/FACETG
PROFESSORA: Conceição Aparecida Soares Mendonça		
OBJETIVOS:		
<ul style="list-style-type: none"> • Proporcionar condições para que os alunos adquiram informações sobre a Teoria da Aprendizagem Significativa e os Mapas Conceituais, conhecendo estratégias de aprendizagem diferentes das trabalhadas tradicionalmente em sala de aula. • Possibilitar que os alunos adquiram maiores habilidades durante o estudo com o mapa conceitual. • Despertar nos alunos um interesse motivador para que as aulas não sejam tão monótonas, tornando-se mais participativas e menos memorísticas. • Elaborar, desenvolver e apresentar atividades usando como recurso o mapa conceitual, de modo que possam se tornar sujeitos de sua própria aprendizagem, com autonomia e interesse. 		

EMENTA:

Estudo da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), de David Paul Ausubel; a visão humanista de Joseph D. Novak; a visão interacionista de Lev Semenovitch Vigotsky; a contribuição de D. Bob Gowin no processo de construção do conhecimento; a visão integradora e crítica de Marco A. Moreira, com enfoque na construção de mapas conceituais como recursos potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa em Biologia; aplicação de mapa conceitual para a compreensão das relações entre conceitos da Biologia.

CONTEÚDO PROGRAMÁTICO E CRONOGRAMA:

1º Encontro – 06.05.2006

- Apresentação do curso, da ementa, das referências bibliográficas (básicas e complementares) e do sistema de avaliação.
- Levantamento dos conhecimentos prévios dos alunos sobre *Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais*, com leitura dos relatos e discussão em classe.
- Elaboração de uma apostila contendo como texto introdutório “Aprendizagem significativa: um conceito subjacente”, trazendo os principais enfoques da Teoria da Aprendizagem Significativa de David Paul Ausubel: definição; características básicas; o conhecimento prévio; tipos de aprendizagem; condições para sua ocorrência.
- Interpretações e releituras da TAS, na concepção de Joseph D. Novak – visão humanista, mapas conceituais.
- A contribuição da visão interacionista de Lev Semenovitch Vygotsky e a relação com a TAS.
- O processo de construção do conhecimento de D. Bob Gowin, na perspectiva da TAS.
- A visão integradora e crítica da TAS na interpretação e releituras de Marco Antônio Moreira.
- Elaboração do primeiro mapa conceitual individual sobre os conhecimentos dos alunos em relação ao tema escolhido
- Discussão em classe sobre os primeiros mapas conceituais construídos pelos alunos.

2º Encontro – 07.05.2006

- Exposição do tema a ser trabalhado com o uso do mapa conceitual.
- Aplicação de pré-teste contendo 5 perguntas sobre o tema *Família Elephantidae*, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios dos alunos.
- A importância do mapa conceitual como recurso potencialmente facilitador da aprendizagem significativa em Biologia.
- Atividade com o texto nº 1, *Animais de Florestas Tropicais* (organizado pela professora pesquisadora). Será solicitado ao aluno buscar no texto nº 1 evidências de *diferenciação progressiva e reconciliação integrativa*.
- Solicitação de atividade extraclasse sobre o tema *Família Elephantidae*.

3º Encontro – 08.05.2006

- Resumo da aula anterior.
- Elaboração e apresentação do segundo mapa conceitual individual.
- Apresentação e discussão dos mapas construídos pelos alunos.

4º Encontro – 20.05.2006

- Continuação da apresentação e discussão dos mapas construídos pelos alunos.
- Atividade com o texto nº 2 (elaborado pela pesquisadora): *Conhecimento, Diferenças e Semelhanças sobre as Espécies da Família Elephantidae*. Leitura com seleção dos conceitos relevantes apresentados no texto e discussão sobre o tema.
- Levantamento dos conhecimentos construídos pelos dos alunos durante o curso sobre *Aprendizagem Significativa e Mapas conceituais* por meio de relatos.

- Leitura dos relatos e posterior discussão em classe.

5º Encontro – 21.05.2006

- Resumo da aula anterior.
- Aplicação de pós-teste contendo as mesmas 5 perguntas utilizadas no pré-teste, com o objetivo de avaliar a construção e a relação conceitual sobre o tema *Família Elephantidae*.
- Elaboração e apresentação do terceiro mapa conceitual individual.
- Apresentação e discussão dos mapas construídos pelos alunos.

6º Encontro – 27.05.2006

- Apresentação e discussão dos mapas construídos pelos alunos.
- Avaliação final do conteúdo relativo ao texto nº 2, por meio de cinco questões.
- Discussão.

7º Encontro – 28.05.2006

- Questionário avaliativo sobre o uso do instrumento mapas conceituais, contendo quatro questões.
- Discussão.
- Entrevistas semiestruturadas, com duração de 20 a 30 minutos, contendo um roteiro de seis perguntas.

METODOLOGIA DE ENSINO:

De caráter dialético, partirá da problematização de temas relacionados ao conteúdo a ser trabalhado. Desse modo, a prática pedagógica seguirá uma linha predominantemente construtivista e sociointeracionista, combinando aulas expositivo-dialógicas com busca de dados em textos, internet, etc. As atividades deverão ocorrer em parceria, pequenos grupos e de forma individual, privilegiando:

- o processo de troca, de debate de pontos de vista, de conhecimentos, de habilidades, de afetividade entre professor-aluno e aluno-aluno, bem como a busca de soluções para os problemas propostos que poderão surgir;
- a sistematização dos temas debatidos em sala de aula e a apresentação oral dos mapas com levantamento de conclusões e possibilidades de aplicações.

RECURSOS NECESSÁRIOS

Materiais:

Retroprojeter, projetor de slide, televisão e vídeo, gravador, fita-cassete, filmadora, máquina fotográfica, textos xerocopiados, apostila, transparências, canetas Pilot para retroprojeter, régua, lápis, borracha, resma de papel A4, folhas de papel pautado.

Humanos:

Pessoal de apoio (alunos ou não) para auxiliar nas filmagens, gravações, fotos; pessoal de manutenção (faxineira, bedel, técnico, porteiro, secretária).

ATIVIDADES DISCENTES:

Frequência às aulas teóricas; participação nas atividades em classe (construção de mapa conceitual, leitura dos textos, resolução das atividades e resposta às questões e entrevistas) e extraclasse (pesquisas); apresentação oral dos mapas conceituais com discussão e sugestões.

O PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO LEVARÁ EM CONTA:

- O processo vivenciado pelo aluno durante o curso, em que serão consideradas as atitudes frente ao compromisso com o seu processo pessoal de aprendizagem e com o trabalho coletivo de sala de aula.
- O resultado dos trabalhos solicitados, a observação da participação nos trabalhos em parceria, pequenos grupos e/ou individuais.

Referências básicas: Estão citadas nas Referências da tese.

Referências complementares

- Enciclopédia da Vida Selvagem.(1993-1997). Sociéte Périodiques, Larousse. Animais da Savana III. pp. 5, 20- 21.
- The Ultimate Ungulate Page, Brent Huffman. Avaliado on-line em: <http://www.ultimateungulate.com>
- Vida Selvagem, Animais da Savana, Elefantes. Seleções Reader's Digest.
- Wilson, D. E., & Reeder, D. M. (eds.). 1993. Mammal Species of the World (2a ed.). Washington: Smithsonian Institution Press. Avaliado on-line em: <http://www.nmnhgoph.si.edu/msw/>
- World Wide Foundation (WWF). Avaliado on-line em: <http://www.panda.org>
- Zoológico de Lisboa. Avaliado on-line em: <http://www.zoo.sapo.pt>
- Portal: centro de informação sobre elefantes (em inglês): <http://www.elephant.elehost.com>
- WWF: espécies ameaçadas: elefantes: <http://www.worldwildlife.org/species/species.cfm>
- Elefantes: características (em espanhol): <http://www.cybertech.com.ar/dfgaston/Elefantes.htm>
- Os elefantes (em espanhol): <http://www.damisela.com/zoo/mam/proboscidea>
- Salvem os Elefantes (em inglês): <http://www.save-the-elephants.org>
- Antepassados do elefante: http://www.geocities.com/mas_elefantes/acerca_de_los_elefantes.html
- Viver com os elefantes (em inglês): <http://www.livingwiththelephants.org>
- Santuário de elefantes nos Estados Unidos (em inglês): <http://www.elephantsanctuary.org/default2.asp>
- Elephant Care International (em inglês): <http://www.elepphantcare.org>
- CITES e o marfim (em inglês):<http://www.bornfree.org.uk/stoptheclocktravers1.htm>
- O Zoo - Mamíferos (em português): <http://www.zoolisboa.pt/ozoo/animais/index.html>
- Animalnet (em português): http://www.animalnet.com.br/mat_detail.asp?ConteudoID=401
- Saúde Animal (em português): <http://www.saudeanimal.com.br/elefante.htm>
- Elefante Mania (em português): <http://www.elefantemania.cjb.net>
- O elefante (em português): <http://www.geocities.com/agaelebe>

9.1.2 A importância do tema *Família Elephantidae* para os saberes dos licenciandos

A ciência que estuda os seres vivos, a relação entre eles e o meio ambiente, bem como os processos e mecanismos que regulam a vida, é a Biologia. Portanto, os profissionais formados nesta área do conhecimento têm papel preponderante nas questões que envolvem o conhecimento da natureza. De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais (Lei 9.394/96), o graduado em Ciências Biológicas deverá possuir uma formação básica ampla e sólida, com adequada fundamentação teórico-prática, que inclua o conhecimento profundo da diversidade dos seres vivos, sua organização em diferentes níveis, suas relações filogenéticas e evolutivas, suas respectivas distribuições e relações com o ambiente em que vivem. Ainda nesta linha, esta formação deve propiciar o entendimento do processo histórico de construção do conhecimento na área biológica, no que diz respeito a conceitos, princípios e teorias, bem como a compreensão do significado das Ciências Biológicas para a sociedade e da sua responsabilidade como educador nos vários contextos de sua atuação profissional, consciente do seu papel na formação de cidadãos.

Os conteúdos básicos deverão englobar conhecimentos biológicos e das áreas das ciências exatas da terra e humanas, tendo a evolução como eixo integrador. Dentro desses conteúdos básicos destaca-se o “conhecimento da classificação, filogenia, organização, biogeografia, etologia, fisiologia e estratégias adaptativas morfofuncionais dos seres vivos”. A formação pedagógica, além de suas especificidades, deverá

contemplar uma visão geral da educação e dos processos formativos dos educandos. Deverá, também, enfatizar a instrumentação para o ensino de Ciências no nível fundamental e de Biologia no nível médio.

Assim, foi escolhido como tema de estudo a Família Elephantidae, que faz parte da classe dos mamíferos. Para Orr (1986, p. 183), os mamíferos tiveram sua origem a partir dos répteis e expandiram-se para quase todos os nichos e *habitat* disponíveis sobre a terra. São encontrados em diversos locais como oceanos, litorais, lagos, rios, subsolo, terra, árvores e alguns habitam até o ar. Como grupo, os mamíferos possuem muitas características estruturais que os distinguem de outros vertebrados existentes. A principal dessas características é a presença de glândulas mamárias, que fornecem alimento aos filhotes. As glândulas mamárias são de importância primordial para os mamíferos, sendo responsáveis pelo nome comum aplicado a esta classe de vertebrados. Essas glândulas aparecem no desenvolvimento de ambos os sexos, porém, tornam-se funcionais apenas nas fêmeas e estão sob controle hormonal. Além desta importante glândula, existem outras que ocorrem comumente nos mamíferos: as sudoríparas, as sebáceas e as odoríferas.

Os pelos, depois das glândulas mamárias, é a característica mais diagnóstica dos mamíferos. Eles existem durante algum período da vida, embora possam ser reduzidos ou estar completamente ausentes no estágio adulto de alguns de seus membros. Existem grupos de mamíferos nos quais a estrutura tegumentar é em grande parte reduzida. A endotermia também é uma característica geral dos mamíferos, visto que possuem mecanismos termorreguladores internos que controlam a temperatura do corpo. Os dentes são mais altamente especializados nos mamíferos, como grupo. Os seus membros estão adaptados ao modo de vida das várias espécies.

No que se refere aos diversos sistemas do corpo, podem ser observadas algumas particularidades nos mamíferos: no sistema esquelético, há uma ossificação maior, especialmente no crânio; o muscular varia muito nas diferentes formas especializadas; o circulatório possui muitos aspectos evoluídos, inclusive um coração com quatro câmaras; o digestório apresenta vários aspectos peculiares que o caracterizam; o respiratório é simples, sem complicações; o urogenital possui dois ovários funcionais; o nervoso é mais evoluído do que os de outros vertebrados. Alguns órgãos dos sentidos são muito desenvolvidos em vários mamíferos e as glândulas endócrinas atingiram seu ponto máximo de desenvolvimento nesses animais.

A classe *Mammalia* (Mamíferos) classifica-os como vertebrados de sangue quente, que possuem glândulas mamárias, côndilos occipitais pares presentes (crânio), ramo da mandíbula composto de um único osso, o dental. Os mamíferos englobam 5.416 espécies (incluindo os seres humanos), distribuídas em aproximadamente 1.200 gêneros, 152 famílias e até 46 ordens, de acordo com o compêndio publicado por Wilson e Reeder (2005). Entretanto, novas espécies são descobertas a cada ano, e até o final de 2007 o número chegava a 5.558. A ordem Proboscídea se refere aos Elefantes, mamíferos terrestres de tamanho muito grande, com nariz alongado numa proboscídea ou tromba, cabeça maciça, orelhas grandes e coriáceas, pele espessa e quase sem pelos, cauda curta, membros grossos e colunares, unhas formando três a cinco cascos, incisivos superiores desenvolvidos em presas, dentes molariformes. A família

Elephantidae pertence ao grupo formado por elefantes africanos e asiáticos, que possuem características e distribuição geográfica iguais à ordem proboscídea, englobando dois gêneros: *Loxodonta africana* e *Elephas maximus*.

O elefante africano, por exemplo, é uma espécie em perigo de extinção, segundo a União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (UICN), pela caça ilegal e perda de seu *habitat*. O marfim de seus dentes é usado em joias, teclas para piano, hanko (selos personalizados para assinatura de documentos oficiais, exigida no Japão) e em outros objetos. Sua pele e outras partes são um componente comercial de menor importância, enquanto a carne é utilizada pelas pessoas da localidade. Durante muitos anos, a caça ilegal intensa por causa do seu marfim foi um sério problema de conservação, e muitos países enfrentaram fortes baixas na população de elefantes. A proibição sobre o marfim, em 1989, e o aumento das medidas contra a caça ilegal, elevaram as populações de elefantes em alguns países. Entretanto, o debate quanto à necessidade e ao êxito da proibição do marfim prossegue hoje em dia.

Um mapa sobre os Elefantes foi construído pela pesquisadora com o objetivo de servir de referência para a análise dos mapas dos licenciandos elaborados antes, durante e depois do desenvolvimento do conteúdo, verificando o quão próximo ou distante eles estariam do tema estudado. O estudo da Família *Elephantidae* envolve, em linhas gerais, situá-la como um grupo de Ser Vivo: com organização celular, que necessita de alimentos para obter a energia necessária para o ciclo vital – nascer, crescer, desenvolver e morrer. Integrante do Reino Animal (pluricelulares heterotróficos), pertencente ao Filo Cordata, Classe *Mammalia*, cujas Espécies *Elephas maximus* (*E. maximus*) e *Loxodonta africana* (*L. africana*) são as espécies estudadas. Os mamíferos (do latim científico *Mammalia*) constituem uma classe de animais vertebrados, que se caracterizam pela presença de glândulas mamárias – que nas fêmeas produzem leite para alimentação dos filhotes (ou crias) – e de pelos ou cabelos. São também animais endotérmicos, ou seja, de temperatura constante, conhecidos como “animais de sangue quente”.

Os elefantes são herbívoros, alimentam-se de galhos, arbustos, folhas. Possuem respiração pulmonar e os órgãos dos sentidos, como audição e olfato, são aguçados. Eles têm uma longa tromba, o que justifica estarem enquadrados na Ordem Proboscídea, e são chamados de paquidermes por terem a pele do corpo espessa. O período gestacional é longo e cada espécie tem uma cria por vez. Essas características gerais definem as espécies de elefantes. Além desses aspectos gerais já descritos, as espécies *E. maximus* e *L. africana* possuem características que são próprias de cada uma. Em dias quentes, é normal que os elefantes batam suas orelhas a fim de resfriar em torno de 6° C o sangue que por ali passa, atuando como um resfriador natural. A função das orelhas é a mesma para ambas as espécies, porém, elas diferem na morfologia. Nos elefantes asiáticos as orelhas não cobrem os ombros e são triangulares, enquanto os africanos têm orelhas maiores, que cobrem os ombros, e são circulares.

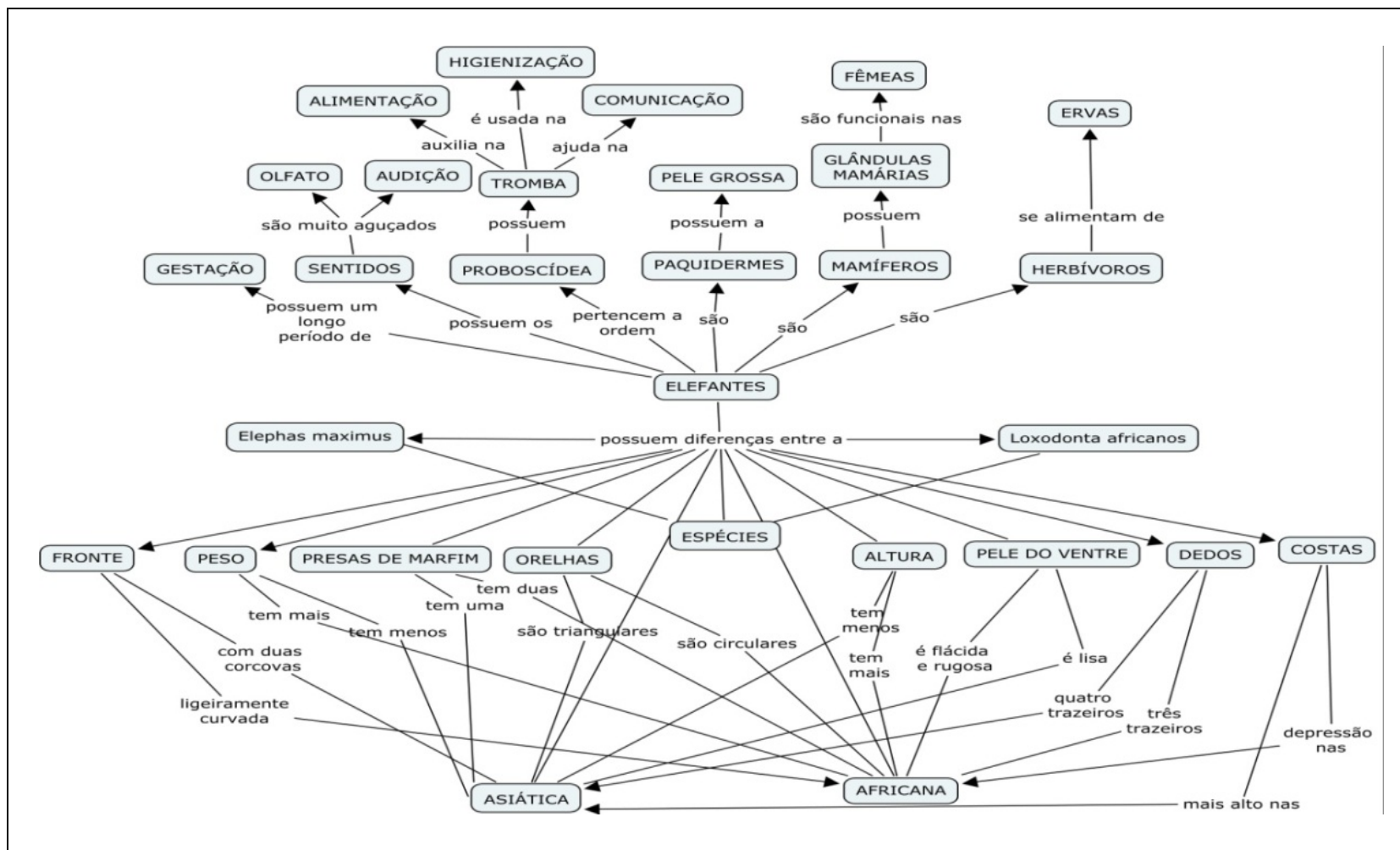


Figura 42: Um mapa conceitual da pesquisadora sobre o tema Elefantes

9.2 O processo de intervenção

O desenvolvimento do *Segundo Curso de Extensão Universitária sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais* aconteceu em sete encontros que serão apresentados a seguir.

Primeiro encontro

Atividade 1: Inicialmente foi feita a apresentação do curso, da ementa, das referências básicas e complementares e do sistema de avaliação que seria utilizado. Em seguida, cada licenciando recebeu a apostila do curso, contendo vários textos. O primeiro deles abordava os tópicos principais da teoria da aprendizagem significativa de Ausubel: definição, características básicas, a importância do conhecimento prévio, os princípios programáticos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, os tipos de aprendizagem e as condições para a ocorrência da aprendizagem significativa. As discussões foram enriquecedoras, pois os licenciandos desconheciam a teoria e a sua importância para o ensino em sala de aula. Na sequência, a pesquisadora apresentou um resumo dos principais enfoques das interpretações e releituras da TAS: as concepções de Joseph D. Novak, com sua visão humanista; a contribuição da visão interacionista de Lev S. Vygotsky; o processo de construção do conhecimento de D. Bob Gowin; a visão integradora e crítica de M. A. Moreira. Após essa apresentação, os licenciandos reuniram-se em grupos para ler o conteúdo e depois discutir com a classe.

Atividade 2: Foi realizado o levantamento dos conhecimentos iniciais dos alunos sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais. Em seguida, escolheu-se o tema a ser trabalhado com o uso do mapa conceitual. Foi sugerido, dentro do conteúdo de Zoologia, estudar a família *Elephantidae*. Diante da concordância de todos, foram elaboradas cinco perguntas sobre esse tema, com o objetivo de avaliar os conhecimentos prévios deles. As respostas foram lidas e discutidas em classe.

Atividades 3 e 4: Em duplas ou pequenos grupos, os alunos leram e discutiram sobre os textos contidos na apostila intitulados: Interpretações e releituras das TAS, na concepção de Joseph D. Novak – visão humanista, mapas conceituais; A contribuição da visão interacionista de Lev Semenovitch Vygotsky e a relação com a TAS; O processo de construção do conhecimento de D. Bob Gowin, na perspectiva da TAS; A visão integradora e crítica da TAS na interpretação e releituras de Marco A. Moreira. Após estas atividades foi feito um resumo geral dos textos.

Atividades 5 e 6: Falou-se sobre a importância do mapa conceitual como recurso potencialmente facilitador da aprendizagem significativa em Biologia, mostrando várias formas e recursos de mapas conceituais, utilizados não só para Biologia como para todas as áreas de conhecimento. Em seguida, foi solicitado aos alunos que elaborassem o primeiro mapa conceitual, individualmente, sobre o tema eleito família *Elephantidae*, cujo conceito foi Elefantes. Os conceitos seriam escolhidos por eles, com a recomendação de que não excedessem 12 conceitos. Os mapas iniciais foram descritos, entregues e depois discutidos. Foi feita uma análise das palavras de ligação utilizadas,

recomendando-se que nos próximos mapas a serem realizados eles procurassem usar verbos ou pequenas expressões. Falou-se da importância de estabelecer relações cruzadas. Alguns alunos se propuseram a refazer seus mapas iniciais, pois estavam insatisfeitos com o resultado diante dos comentários feitos. Não houve apresentação oral. O tema sobre mapa conceitual foi trabalhado através de vários artigos em Biologia, na graduação (Bacharelado ou Licenciatura), sobre diferentes tópicos e com diversos tipos de estratégias. Foram distribuídos artigos para os alunos lerem e discutirem em grupo e depois apresentar para a classe. Os artigos continham informações sobre mapas usados com várias finalidades: didáticos, avaliativos, análise de conteúdo, de aprendizagem, de aula, de ensino. Os grupos fizeram suas apresentações em forma de seminários e nenhum deles utilizou o mapa conceitual como recurso.

Segundo encontro

Atividade 1: Exposição sobre o tema a ser estudado com o uso do mapa conceitual.

Atividade 2: Aplicação de um pré-teste contendo cinco perguntas abertas sobre os Elefantes, com o objetivo de verificar o conhecimento prévio deles sobre esse assunto. Os resultados foram lidos e discutidos com o grupo. O pré-teste junto com os mapas iniciais serviram de base para a elaboração do plano de ensino apresentado no quadro 8.

Atividade 3: Discussão sobre a importância do mapa conceitual como recurso potencialmente facilitador da aprendizagem significativa em Biologia.

Atividade 4: Esta atividade foi realizada extraclasse. Os alunos receberam o texto nº 1 (Animais de Florestas Tropicais), no qual deveriam buscar evidências de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Esse texto foi elaborado pela pesquisadora, com base em pesquisas feitas em livros de Zoologia e sites na internet, cujas referências encontram-se no quadro 8. O resultado foi posteriormente analisado e discutido.

Terceiro e quarto encontros

Atividade 1: Elaboração do segundo mapa conceitual individual sobre Elefantes. O mapa deveria trazer os conceitos que mostram algumas das principais características gerais e específicas da família em estudo. Os conceitos seriam selecionados por eles, sem limitação de quantidade. Nessa atividade eles também teriam que descrever por escrito seus mapas.

Atividade 2: Apresentação dos mapas pelos alunos. As apresentações foram fotografadas e gravadas em áudio. A seguir, a título de exemplo, descreve-se a apresentação do aluno E8, incluindo as intervenções feitas pelos demais licenciandos. Este licenciando demonstrou grande preocupação em oferecer explicações além dos conceitos que havia incluído em seu mapa, porque achava que estava muito resumido em relação aos dos colegas. Apresentou diversos conceitos relevantes e em vários momentos aplicou os princípios ausubelianos da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa, embora algumas dessas explicações não estejam presentes em seu mapa.

O meu mapa, professora, está bem resumido, mas eu vou complementar com a minha explicação. Os elefantes são classificados como proboscídeos porque são possuidores de tromba, que serve para cheirar, pegar a comida, jogar água no corpo. São classificados também como paquidermes, porque eles possuem a pele grossa e enrugada. Os elefantes pertencem à classe Mammalia, logo, são mamíferos e as fêmeas possuidoras de glândulas mamárias, que produzem leite para amamentar seus filhotes. Esses mamíferos se dividem em dois grupos: dos elefantes asiáticos e dos elefantes africanos. Uma diferença marcante entre essas duas espécies são as orelhas. Na espécie asiática elas são curtas e na espécie africana elas são compridas e largas. A importância das orelhas está em refrescar a temperatura do corpo desses animais. Os elefantes em geral vivem nas florestas tropicais, são herbívoros e se alimentam de ervas, vegetais, galhos de árvores. Os elefantes de ambas as espécies diferenciam-se pela sua evolução, ou seja, eles evoluíram conforme o clima e as condições onde eles vivem. (Apresentação do aluno E8, MCII).

Intervenções dos licenciandos na apresentação de E8:

Eu discordo dessas duas linhas que saem de “mamíferos”, que têm como conectores “divididos em” “asiáticos” e “africanos”, porque nem todos os mamíferos são asiáticos ou africanos, podem ser também da América do Sul ou da Europa, em toda parte do mundo tem mamíferos. Eu acho que a linha deveria sair do conceito elefantes. (E6).

Eu discordo, porque se o mapa que está sendo apresentado é sobre os elefantes, a explicação dele está clara. (E1).

A única sugestão que eu tenho é sobre a linha que sai de “elefantes” para “florestas tropicais”, eu acho que devia sair essa linha de “asiáticos” para “florestas tropicais”. (E25)

Eu gostei da apresentação de E8, foi dito coisas aí que ninguém falou ainda nas apresentações, como a importância das orelhas. Eu até agora só ouvi a explicação dos outros dizendo que as orelhas eram grandes ou pequenas, de abano ou curta, por aí... Bem legal a apresentação! (E5).

Atividade 3: Os alunos receberam o texto nº 2, intitulado “Diferenças e Semelhanças das Espécies de Elefantes Africana e Asiática” (anexo B), que foi elaborado pela pesquisadora com base no material das referências complementares que se encontram no plano de ensino. Foi realizada a leitura, interpretação, seleção dos conceitos relevantes e discussão do texto.

Atividade 4: Levantamento dos conhecimentos finais dos licenciandos sobre “Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais”, por meio de relatos. Foi feita a leitura e discussão dos relatos.

Quinto encontro

Atividade 1: Aplicação do pós-teste, contendo as mesmas perguntas do pré-teste, com o objetivo de avaliar se os conhecimentos dos alunos estavam sendo modificados e se estava havendo alguma evolução conceitual diante do tema estudado.

Atividade 2: Elaboração, descrição e apresentação do terceiro mapa conceitual, com base nos materiais apresentados, lidos e discutidos em classe sobre a Família *Elephantidae*. Durante a elaboração, a pesquisadora percebeu que os mapas de alguns Licenciandos continham muitos conceitos irrelevantes, sendo-lhes sugerido que selecionassem os conceitos mais gerais e posteriormente os mais específicos das espécies estudadas, com ênfase nos que fossem mais relevantes.

Sexto encontro

Aplicação da avaliação final do conteúdo sobre a família *Elephantidae*, composta de cinco perguntas abertas.

Sétimo encontro

Atividade 1: Aplicação do questionário avaliativo sobre o instrumento mapa conceitual, composto por quatro perguntas abertas.

Atividade 2: Realização da entrevista semiestruturada com dois alunos sorteados.

9.3 Diagnóstico de conhecimentos

Serão apresentados, discutidos e comparados os resultados referentes ao pré-teste, pós-teste e à avaliação final do conteúdo sobre a família *Elephantidae* (Elefantes), bem como o diagnóstico dos conhecimentos iniciais e finais dos alunos sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais.

9.3.1 Diagnóstico dos conhecimentos iniciais e finais sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais

Para iniciar as discussões sobre aprendizagem significativa e mapa conceitual, foi feito no início do curso um levantamento dos conhecimentos prévios dos licenciandos, para saber que ideias eles tinham sobre esses dois temas. Os relatos produzidos foram lidos em classe e discutidos. Após o estudo dos temas, os alunos elaboraram novos relatos, com base no conhecimento adquirido. Foram criadas três categorias para classificação das respostas dadas pelos alunos: Satisfatório (boa compreensão do tema); Pouco Satisfatório (pouca compreensão do tema); Insatisfatório (ausência de compreensão do tema).

Para avaliar as respostas dos alunos, foi necessário definir antecipadamente, de acordo com a teoria, o que seria cada um desses conteúdos. A aprendizagem

significativa é “o processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) à estrutura cognitiva do aprendiz. É no curso da aprendizagem significativa que o significado lógico do material de aprendizagem se transforma em significado psicológico para o sujeito. Sendo um mecanismo humano por excelência, é através dela que se pode adquirir e armazenar a vasta quantidade de ideias e informações representadas em qualquer campo do conhecimento” (Ausubel *et al.*, 1980, Moreira, 2006a). A seguir são apresentados alguns exemplos de respostas dos alunos enquadradas em cada uma das categorias, antes e depois do estudo do tema.

Satisfatório

Antes: “Entendo que a aprendizagem significativa ocorre quando os conteúdos assimilados apreendidos pelos alunos ganham sentidos na sua vida cotidiana envolvendo fatores cognitivos e afetivos por parte dos alunos e professores” (E36).

Depois: “Aprendizagem significativa se preocupa com os conhecimentos prévios, o pensamento, o raciocínio e a construção de novos conhecimentos dos educandos” (E36); “São conhecimentos que foram apreendidos e que não são esquecidos, pois partiram dos conhecimentos prévios que foram aprimorados” (E2).

Parcialmente Satisfatório

Antes: “É uma aprendizagem que somos capazes de lembrar e pôr em prática quando necessário, como uma imagem captada por uma câmara fotográfica” (E29).

Depois: “É uma aprendizagem que leva em conta o fator isolado mais importante numa sala de aula, os conhecimentos prévios” (E29).

Insatisfatório

Antes: “Na verdade, não tinha ouvido falar, mas, o nome já sugere algo. Dá a entender que vamos aprender algo. Dá a entender que vamos aprender alguma coisa que não vai ficar só no papel, ou seja, usaremos na vida, no dia-a-dia, talvez” (E20).

Depois: Nenhum aluno, após o estudo sobre aprendizagem significativa, demonstrou conhecimento insatisfatório.

A tabela 27 mostra o resultado geral da avaliação sobre aprendizagem significativa realizada nos dois momentos, para o conjunto de licenciandos. Inicialmente, antes do estudo, apenas quatro alunos (11%) tinham noções satisfatórias sobre o tema, enquanto 18 (50%) demonstraram possuir ideias incompletas ou parcialmente corretas sobre o assunto. Os outros 14 alunos (39%) revelaram em suas respostas ausência de qualquer conhecimento prévio sobre o tema. Ao final do curso, verificou-se uma mudança expressiva nesse quadro, mostrando indícios de que os licenciandos incorporaram novos significados sobre o tema: 28 alunos (78%) possuíam conhecimentos satisfatórios sobre aprendizagem significativa e nenhum teve a sua resposta considerada insatisfatória.

Tabela 27

**Diagnóstico sobre Aprendizagem Significativa, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia),
36 alunos**

Categorias	Antes		Depois	
	Número	%	Número	%
Satisfatório	04	11	28	78
Parcialmente satisfatório	18	50	08	22
Insatisfatório	14	39	-	-
Total	36	100	36	100

De acordo com a teoria, os mapas conceituais são “diagramas indicando relações entre conceitos, ou entre palavras que usamos para representar conceitos. São diagramas de significados, de relações significativas, de hierarquias conceituais. Podem seguir um modelo hierárquico, no qual conceitos mais inclusivos estão no topo da hierarquia (parte superior do mapa) e os conceitos específicos, pouco abrangentes, estão na base (parte inferior). Não necessariamente precisam ter essa hierarquia. Deve ficar claro no mapa quais os conceitos contextualmente mais importantes e quais os secundários ou específicos. Ou seja, o mapa deve ser um instrumento capaz de evidenciar significados atribuídos a conceitos e relações entre conceitos no contexto de um corpo de conhecimentos, de uma disciplina, de uma matéria de ensino, devendo quem o elaborou ser capaz de explicar o significado da relação que vê entre esses conceitos.” (Novak & Gowin, 1999; Moreira, 2010). Apresentam-se a seguir alguns exemplos de respostas dos alunos enquadradas nas três categorias de classificação, antes e depois do estudo sobre mapas conceituais.

Satisfatório

Antes: “Corresponde a um mapa descritivo, de características ramificadas, onde todos os conceitos relacionados a um conteúdo específico estão sendo explicados, juntamente com suas funções e correlações existentes” (E11).

Depois: “É a forma de expressar um determinado assunto relacionando os conceitos de forma eficaz e resumida” (E11).

Parcialmente Satisfatório

Antes: “Parece-me ser um tipo de trabalho aplicável na aprendizagem significativa, pois traz uma forma de assimilação, através de tópicos e ideias, de fácil construção de conhecimento” (E5).

Depois: Nenhum aluno, após o estudo sobre mapa conceitual, demonstrou conhecimento parcialmente satisfatório.

Insatisfatório

Antes: “Descrever com clareza, mostrar pontos estratégicos de forma prática e objetiva” (E25).

Depois: Nenhum aluno, após o estudo sobre mapa conceitual, demonstrou conhecimento insatisfatório.

A tabela 28 mostra, para o conjunto dos 36 licenciados, o resultado geral da classificação das respostas sobre mapa conceitual. Antes do estudo do tema, apenas três alunos (8%) conseguiram explicar satisfatoriamente o que era mapa conceitual; 18 (50%) demonstraram possuir pouca compreensão sobre o assunto; e os outros 15 (42%) deram respostas que revelavam total desconhecimento. Após o estudo do tema, todos os licenciandos evidenciaram ter incorporado novos significados sobre o tema, demonstrando conhecimento satisfatório.

Tabela 28

Diagnóstico sobre mapa conceitual, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Categorias	Antes		Depois	
	Número	%	Número	%
Satisfatório	3	8	36	100
Parcialmente satisfatório	18	50	-	-
Insatisfatório	15	42	-	-
Total	36	100	36	100

Na medida em que se trabalha com a aprendizagem significativa, ocorre, necessariamente, o desenvolvimento e a elaboração de conceitos integradores. O aperfeiçoamento dos significados conceituais na estrutura cognitiva, dando mais precisão e especificidade aos conceitos, é denominado de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. A adição de novos conceitos, através da aprendizagem significativa, ou a reestruturação de segmentos existentes na estrutura cognitiva produz, de alguma forma, a diferenciação progressiva. A aquisição significativa de novos conhecimentos depende das ideias que já fazem parte da estrutura cognitiva do estudante e o professor deve estar atento a isso. A aprendizagem significativa é facilitada quando os novos conhecimentos se relacionam com determinadas ideias relevantes preexistentes, sejam elas imagens, símbolos, conceitos ou proposições. Aprender é a ocorrência de união estável, não arbitrária e substantiva da nova informação com a estrutura cognitiva, da qual ela passa a fazer parte integrante, inclusive modificando alguns conceitos já existentes, precisamente aqueles com os quais se relacionou. Portanto, a investigação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre aprendizagem significativa e mapas conceituais teve como objetivo proporcionar aos já professores e futuros professores a oportunidade de aprender para ensinar e com isso capacitá-los a transformar sua prática pedagógica em processos de aprendizagem com significado, conforme a proposta de Ausubel e seus seguidores.

9.3.2 Diagnóstico de evidências de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa

À medida que se efetua a aprendizagem significativa, ocorre, necessariamente, o desenvolvimento e a elaboração de conceitos integradores. O aperfeiçoamento dos significados conceituais na estrutura cognitiva, dando mais precisão e especificidade aos conceitos, é o que Novak (2000) chama de diferenciação progressiva da estrutura cognitiva. A adição de novos conceitos, através da aprendizagem significativa, ou a reestruturação de segmentos existentes na estrutura cognitiva também produzem diferenciação progressiva.

A diferenciação progressiva deve estar presente na aprendizagem significativa subordinada, onde as ideias e conceitos mais gerais e inclusivos do conteúdo da matéria de ensino devem ser apresentados no início da instrução e, progressivamente, ser diferenciados em termos de detalhes e especificidades. Esse princípio está baseado na hipótese de que é menos difícil para o ser humano captar aspectos diferenciados de um todo mais inclusivo previamente aprendido do que chegar ao todo a partir de suas partes diferenciadas. No que se refere ao conteúdo de um corpo organizado de conhecimento que o aluno possui, se sua estrutura cognitiva estiver organizada hierarquicamente, a aquisição do conhecimento é mais fácil de obter com a diferenciação progressiva, dessa forma, é natural programar a apresentação do conteúdo de maneira análoga, de acordo com Moreira (1980, 2000, 2010).

A reconciliação integrativa está presente na aprendizagem significativa superordenada, onde as ideias estabelecidas na estrutura cognitiva do aprendiz podem ser relacionadas e reorganizadas, adquirindo novos significados. O objetivo da instrução é apontar similaridades e diferenças importantes, reconciliando discrepâncias reais ou aparentes. Desse modo, um princípio não existe sem o outro, eles se complementam. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa são processos da dinâmica da estrutura cognitiva e devem ser tratados também como princípios programáticos instrucionais potencialmente facilitadores da aprendizagem significativa (Moreira, 1980, 2000a, 2010).

Assim, para avaliar a compreensão dos licenciandos sobre a dinâmica desses dois princípios, foi realizada uma atividade extraclasse com o texto nº 1, “Animais de Florestas Tropicais”, organizado pela pesquisadora, devendo os alunos identificar quando ocorria diferenciação progressiva e reconciliação integrativa no conteúdo do texto. Foram criadas três categorias para classificar o trabalho dos alunos: Satisfatório (evidenciou DP e RI); Parcialmente Satisfatório (evidenciou DP ou RI); Insatisfatório (não evidenciou DP nem RI).

A tabela 29 apresenta os resultados da avaliação para o conjunto dos alunos. Observa-se que 53% demonstraram ser capazes de identificar processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa ao ler e analisar o texto. Nove licenciandos (25%) conseguiram identificar apenas a diferenciação progressiva e cinco (14%) apenas a reconciliação integrativa, sendo enquadrados na categoria “parcialmente

satisfatório”. Os outros três alunos (8%) não conseguiram evidenciar nenhum dos dois princípios no conteúdo do texto.

Tabela 29

Diagnóstico da Diferenciação Progressiva e da Reconciliação Integrativa, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

	Categorias					Total
	Satisfatório	Parcialmente Satisfatório			Insatisfatório	
		DP	RI	Subtotal		
Número	19	9	5	14	3	36
%	53	25	14	39	8	100

Nota. DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa.

9.3.3 Diagnóstico dos conhecimentos prévios sobre Elefantes

O pré-teste, juntamente com os mapas iniciais, serviu de base para detectar as ideias prévias dos alunos relacionadas ao tema Elefantes, verificando a existência de subsunçores disponíveis nas suas estruturas cognitivas para o estudo do tema. A classificação das respostas individuais encontra-se na tabela 65, no Apêndice.

1) Qual é a importância da tromba nos elefantes?

Na primeira pergunta, a resposta de acordo com o conhecimento científico seria: “A tromba é de fundamental importância para a sobrevivência dos elefantes e desde muito cedo eles aprendem a dominá-la para beber água, para levar comida à boca, para tomar banhos de água ou de lama. É usada para reconhecer os odores e distinguir qual o alimento que lhes convém. A tromba, ou probóscide, é uma fusão de nariz e lábio superior, alongado e especializado para se tornar o apêndice mais importante e versátil de um elefante.”

Foram consideradas certas as respostas de 22 alunos (61%), que mais se aproximaram do conhecimento científico, como nestes exemplos: “sentir os cheiros e se banhar” (E4); “para pegar os frutos que estão no alto das árvores” (E10). As respostas de 12 alunos (33%) foram classificadas como incompletas, como as destes exemplos: “é como se fosse o nariz” (E1); “é o órgão que mais atrai no elefante” (E23); “é o órgão mais importante” (E25). Dois licenciandos (6%) responderam de forma errada, afirmando: “é a parte mais frágil dos elefantes” (E11); “é a menor parte do elefante apesar de ser longa, ajuda no equilíbrio da cabeça” (E17).

2) O que você sabe sobre a reprodução dos elefantes?

Na segunda pergunta, esperava-se como resposta que eles se aproximassem do conhecimento científico: “As fêmeas atingem a maturidade sexual por volta dos 12 anos. As crias nascem após uma gestação de cerca de 22 meses, apenas uma por parto,

raramente acontecem casos de parto múltiplo. Elas procriam a cada quatro anos, já que amamentam as suas crias até os dois anos e só depois voltam a engravidar. A época de acasalamento se dá principalmente durante a estação chuvosa.”

Vinte alunos (56%) forneceram informações corretas sobre a reprodução dos elefantes, como estas: “eles se cruzam mais na época chuvosa” (E35); “a cada gestação é um filhote de cada vez” (E38); “na época do acasalamento os machos ficam agressivos” (E39). As respostas de sete alunos (19%) foram consideradas incompletas, como a deste exemplo: “ocorre por acasalamento” (E23). Os demais nove alunos (25%) tiveram suas respostas classificadas como erradas, como nestes casos: “ainda não li nada sobre esse assunto” (E8); “me parece que é um pouco diferente das outras espécies” (E10).

3) Por que os elefantes são chamados de paquidermes?

Foram consideradas certas as respostas de 15 alunos (42%), que deram a informação cientificamente correta de que os elefantes são assim chamados por terem a pele espessa, como neste exemplo: “porque a pele deles é muito grossa” (E1). As respostas de nove licenciandos (25%) foram classificadas como incompletas, como neste caso: “porque está sempre coberto por uma camada de pele escura” (E36). Doze alunos (33%) deram respostas consideradas erradas, a exemplo desta: “porque a pele deles é muito escura e seca” (E14).

4) Que importância têm as orelhas nos elefantes?

Segundo o conhecimento científico, as orelhas dos elefantes são constituídas de material muito fino esticado sobre cartilagem e possuem uma vasta rede de vasos sanguíneos. Elas têm um papel muito importante para a regulação da temperatura corporal e são usadas pelos machos durante a corte. Além disso, quando um elefante quer intimidar o seu rival ou predador, estende as orelhas para parecer maior.

Foram consideradas certas as respostas de 14 licenciandos (38%), que mais se aproximaram do conhecimento científico, como neste exemplo: “serve para espalhar o vento pelo corpo deles” (E35). As respostas de 11 alunos (31%) foram julgadas incompletas, como estas: “proteção para o corpo” (E33); “conforto ao grande porte desses animais” (E36). As demais respostas (11 alunos, 31%) estavam erradas, como as destes exemplos: “espantar os insetos que pousam” (E10); “proteção para os olhos” (E11).

5) Como se alimentam os elefantes?

Por serem herbívoros, os elefantes são animais que se alimentam de ervas, gramíneas, frutas, folhas de árvores, frutos, ramos inteiros, raízes, capim, feno, grama, brotos. Todos os licenciandos deram respostas de acordo com este conhecimento científico, como nestes casos: “de folhas que tiram das árvores” (E6); “das raízes das árvores” (E7); “comem feno” (E8).

9.3.4 Diagnóstico dos conhecimentos finais sobre Elefantes

As respostas dos licenciandos a estas mesmas perguntas após o estudo do tema permitirão identificar como os seus conhecimentos se modificaram, quais as possíveis evoluções conceituais que ocorreram em suas estruturas cognitivas em relação ao tema Elefantes. A classificação das respostas individuais encontra-se na tabela 66, no Apêndice.

1) *Qual é a importância da tromba nos elefantes?*

Nas respostas à primeira pergunta, a maior parte dos licenciandos utilizou conhecimentos científicos aceitos pela matéria de ensino. Foram consideradas certas as respostas de 27 alunos (75%), como as destes exemplos: “é chamada de probóscide e auxilia no banho de água ou lama” (E39); “ajuda no ataque, na defesa e na fuga” (E40). As demais respostas foram consideradas incompletas (nove alunos, 25%), como nestes exemplos: “é importante pela sensibilidade que dá ao animal” (E11); “dar sensibilidade ao animal” (E13); “a tromba denomina a classe deles como proboscídeos” (E17).

2) *O que você sabe sobre a reprodução dos elefantes?*

A maioria (26 alunos, 72%) respondeu corretamente, trazendo informações científicas, como se vê nos seguintes exemplos: “[...] a reprodução é longa, as fêmeas estão prontas para procriar as 12 anos” (E23); “[...] cruzam de quatro em quatro anos, um animal por parto, amamentam por dois anos” (E12). Dez licenciandos (28%) deram respostas incompletas, como neste caso: “eles se cruzam mais no período chuvoso” (E16).

3) *Por que os elefantes são chamados de paquidermes?*

A especificação correta do tipo de pele dos elefantes, responsável pela denominação de paquidermes, foi encontrada nas respostas de 28 alunos (78%). Os demais deram respostas aproximadas, que foram classificadas como incompletas, a exemplo desta: “por estarem sempre com muita lama tem uma textura diferente” (E13).

4) *Qual a importância das orelhas nos elefantes?*

As respostas de 32 licenciandos (89%) foram consideradas certas, como no seguinte exemplo: “atua como um resfriador natural em dias quentes” (E25). Quatro Licenciandos (11%) deram respostas que foram julgadas incompletas, como neste caso: “é uma proteção para o corpo nos dias mais quentes” (E9).

5) *Como se alimentam os elefantes?*

Como já havia ocorrido no pré-teste, todos os licenciandos responderam corretamente esta questão.

9.3.5 Análise comparativa do pré-teste e do pós-teste

A tabela 30 traz os resultados do pré-teste e do pós-teste para o conjunto dos 36 licenciandos. De forma geral, observa-se que os alunos possuíam um conhecimento inicial satisfatório, verificando-se um índice de 59% de respostas certas e de 22% de respostas incompletas. No pós-teste, o percentual de respostas certas elevou-se para 83%, sendo as demais classificadas como incompletas. As evoluções mais expressivas ocorreram nas respostas às questões 3 e 4. Esses dados indicam que os licenciandos adquiriram novos conhecimentos em relação ao tema estudado Elefantes, o que pode ser considerado como indício de aprendizagem significativa. A análise dos mapas conceituais progressivos, principal instrumento desta investigação, permitirá avaliar melhor a evolução conceitual dos alunos.

Tabela 30

Resultado geral do pré-teste e pós-teste, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Questões	Número de respostas							
	Pré-teste				Pós-teste			
	C	I	E	B	C	I	E	B
1	22	12	02	-	27	09	-	-
2	20	07	09	-	26	10	-	-
3	15	09	12	-	28	08	-	-
4	14	11	11	-	32	04	-	-
5	36	-	-	-	36	-	-	-
Σ	107	39	34	-	149	31	-	-
Σ/T %^a	59	22	19	-	83	17	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em branco.

^a Percentual do somatório da categoria de respostas sobre o total de respostas em cada teste (180).

9.3.6 Avaliação final do conteúdo depois da intervenção

O objetivo da avaliação final foi verificar os conhecimentos dos licenciandos em relação ao conteúdo trabalhado, de forma a complementar o diagnóstico dos conhecimentos finais realizado com o pós-teste. O percentual de respostas consideradas corretas foi de 68% na avaliação final, bem menor do que o encontrado no pós-teste (83%). Nas quatro primeiras perguntas, o índice médio de acertos foi de 60%, enquanto na última todos os licenciandos responderam corretamente. As respostas erradas representaram 11% do total, ao passo que no pós-teste não houve respostas erradas. Mesmo assim, este pode ser considerado um resultado muito bom, confirmando que os licenciandos adquiriram conhecimentos sobre o tema Elefantes durante o estudo.

Tabela 31

Resultado geral da avaliação final, Estudo 5 (licenciandos de Biologia), 36 alunos

Questões	Número de respostas				
	C	I	E	B	Total
1	21	10	05	-	36
2	22	09	05	-	36
3	22	10	04	-	36
4	22	09	05	-	36
5	36	0	0	-	36
Σ	123	38	19	-	180
Σ/T %	68	21	11	-	100

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = errada; B = Em Branco.

1) *Fale sobre as patas dos elefantes e explique as diferenças existentes nas unhas das espécies africana e asiática.*

De acordo com o conhecimento científico, as patas dos elefantes são pilares verticais, para suportar o grande peso do animal. Os pés de um elefante são quase redondos. As espécies africanas têm três unhas em cada pé traseiro e quatro em cada pé dianteiro. Já as espécies asiáticas têm quatro unhas em cada pé traseiro e cinco em cada pé dianteiro.

Foram consideradas certas 21 respostas (58%), que apresentaram informações em conformidade com o conhecimento científico, como ocorreu neste exemplo: “As patas são grandes e quando eles ficam em pé elas diminuem de tamanho. Os elefantes africanos têm menos unhas nos pés traseiros e dianteiros que os elefantes indianos” (E5). Dez respostas (28%) foram classificadas como incompletas, como no seguinte caso: “As patas das duas espécies de elefantes contêm internamente uma gelatina que serve para amortecer o peso do corpo sobre os pés” (E31). Cinco alunos (14%) deram respostas erradas, como a seguinte: “As diferenças das unhas do Africano na frente é de 4 unhas e do Asiático com 4 também, atrás o Africano tem 4 e o Asiático tem 5 unhas” (E11).

2) *Por que embora sejam paquidermes os elefantes têm a pele tão sensível?*

As respostas próximas do conhecimento científico seriam: “Porque eles necessitam tomar banhos regulares de lama para se proteger de queimaduras, mordidas de inseto e perda da umidade. Depois do banho, o elefante normalmente utiliza a sua tromba para atirar terra sobre o seu corpo para secar, formando uma nova camada protetora”.

Foram consideradas certas as respostas de 22 licenciandos (61%), seguindo-se um exemplo: “por causa das condições climáticas, sol forte, falta água e eles não têm como se proteger” (E25). Nove alunos (25%) deram respostas incompletas, como neste

exemplo: “porque eles estão sempre rolando na terra e na lama ou em solo de qualquer cor” (E12). Cinco respostas (14%) foram classificadas como erradas, a exemplo desta: “Porque eles ficam rolando na terra e machucam a pele seca” (E10).

3) Cite as principais diferenças existentes entre as espécies africanas e asiáticas.

O quadro 9 abaixo sintetiza as principais diferenças existentes entre as duas espécies, de acordo com o conhecimento científico. Foram consideradas certas as respostas que especificaram corretamente algumas dessas diferenças.

As respostas de 22 alunos (61%) foram julgadas corretas, como a deste exemplo: “Asiáticos têm uma fenda na tromba e são mais leves, Africanos têm duas fendas na tromba e são mais pesados” (E25). Dez licenciandos (28%) deram respostas consideradas incompletas, por não fornecerem informações específicas, como ocorreu nestes dois exemplos: “as espécies diferem no tamanho e no peso” (E18); “possuem várias diferenças como as orelhas, as trombas, a frente etc.” (E22). Quatro alunos (11%) responderam de forma errada, como no seguinte exemplo: “orelha triangular, tromba com uma abertura são os africanos; orelha de abano, tromba com duas aberturas são nos asiáticos” (E11).

Quadro 9

Diferenças entre as espécies africanas e asiáticas de elefantes

Elementos	Diferenças	
	Africanos	Asiáticos
Orelhas	Maiores e circulares	Menores e triangulares
Tromba	No final da tromba tem dois lóbulos	No final da tromba tem um lóbulo
Altura	São mais altos	São mais baixos
Peso	São mais pesados	São menos pesados
Fronte	É curvada	Tem depressões
Presas de marfim	Tem duas	Tem uma
Pele do ventre	É rugosa	É lisa
Comportamento	Época do acasalamento mais agressivo	São mais dóceis
Pés traseiros	Com três unhas	Com quatro unhas
Pés dianteiros	Com quatro unhas	Com cinco unhas

4) Como são os sentidos dos elefantes?

Nos elefantes, o sentido do olfato é muito sofisticado, o tato e a audição são muito aguçados, mas a visão é fraca. Pesquisas mostram que os elefantes podem se comunicar através do infrassom a longa distância, passando informações para os outros membros do grupo.

Foram consideradas certas as respostas de 22 licenciandos (61%), como a deste exemplo: “Escutam a longas distâncias, são apurados nos odores e veem pouco” (E15). Nove alunos (25%) deram respostas incompletas, como neste caso: “A maioria dos sentidos são muito aguçados” (E1). As respostas de cinco licenciandos (13%) foram consideradas erradas, como esta: “Os olhos são pequenos, mas enxergam longe” (E3).

5) Por que os elefantes de ambas as espécies estão ameaçados de extinção?

A caça de elefantes para a extração do marfim é considerada como a pior ameaça a estas espécies e vem gerando uma série de iniciativas internacionais de conservação, incluindo a restrição ao comércio desse produto. Todos os 36 licenciandos responderam satisfatoriamente a esta questão.

Ausubel (2002, p. 207) adverte que “seja por meio de um interrogatório verbal de uma aprendizagem sequencialmente dependente ou de tarefas de resolução de problemas sempre se deve ter presente a possibilidade de uma aquisição memorística”. Assim, os mapas conceituais serão analisados, de modo a complementar os indícios obtidos com a comparação dos resultados do pré-teste, pós-teste e avaliação final.

9.4 A progressão dos mapas conceituais

9.4.1 Análise dos mapas MCI

Os conceitos que aparecem nos 36 mapas iniciais foram considerados relevantes para o conteúdo. Estão relacionados a seguir 23 conceitos, com o número de vezes que foram citados: “tromba” (30 vezes); “pele grossa” (28); “presas de marfim” (19); “porte avantajado” (18); “dentes incisivos” (16); “animais terrestres” (14); “3m de altura” (10); “orelhas”, “5 mil Kg” e “pesado” (8 vezes cada um); “alimentação” (6); “africanos”, “asiáticos”, “cabeça grande”, “pescoço curto”, “galhos” e “folhas” (4 vezes cada um); “vegetais” (3); “pernas em pilares ou colunas”, “savanas”, “arbustos” e “capim” (2 vezes cada um); “florestas tropicais” (1). Alguns desses conceitos representam as características gerais ou específicas dos elefantes, indicando que os alunos possuíam conhecimentos prévios relevantes do tema em estudo.

O número de conceitos variou de cinco a dez, com uma média de sete conceitos por mapa. O total de proposições formuladas ficou abaixo da quantidade de conceitos e 96% delas foram consideradas válidas. Oito mapas apresentaram elevado grau de hierarquia conceitual e apenas um teve uma hierarquia considerada baixa. Esses mesmos oito mapas também possuíam diferenciação progressiva e reconciliação integrativa altas, enquanto nos demais a aplicação desses princípios situou-se no nível médio. Nove mapas foram classificados como bons e o restante como regulares.

Tabela 32

Qualidade dos mapas MCI, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
E1	M	5	5	4	4	-	-	M	M	MR
E2	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E3	M	8	8	7	5	-	-	M	M	MR
E4	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E5	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E6	M	5	5	4	4	-	-	M	M	MR
E7	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E8	A	8	8	8	8	2	-	A	A	MB
E9	M	9	9	8	7	-	-	M	M	MR
E10	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MB
E11	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E12	A	7	7	6	6	-	-	A	A	MB
E13	B	9	9	8	7	-	-	M	M	MR
E14	A	8	8	7	7	6	-	A	A	MB
E15	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E16	A	7	7	7	7	2	-	A	A	MB
E17	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E18	M	8	8	7	7	-	-	M	M	MR
E19	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E20	M	5	5	4	4	-	-	M	M	MR
E21	A	9	9	8	8	2	-	A	A	MB
E22	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E23	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E24	A	10	10	9	9	-	-	A	A	MB
E25	M	8	8	7	7	-	-	M	M	MR
E27	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E29	M	7	6	6	5	-	-	M	M	MR
E31	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E32	M	7	7	6	6	-	-	M	M	MR
E33	A	9	9	8	8	-	-	A	A	MB
E35	M	8	8	7	7	-	-	M	M	MR
E36	M	7	7	6	3	-	-	M	M	MR
E37	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR
E38	M	8	8	7	7	-	-	M	M	MR
E39	A	7	7	7	7	-	-	A	A	MB
E40	M	6	6	5	5	-	-	M	M	MR

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

9.4.2 Análise dos mapas MCII

Nos mapas construídos durante o estudo do tema (tabela 33), observou-se a utilização de novos conceitos relevantes da matéria de ensino. Na maioria dos mapas (24 alunos) o conceito principal “elefante” foi colocado no topo, enquanto nos demais ele situou-se no centro. Foram identificados os seguintes conceitos, com a respectiva quantidade de vezes que foram citados: “mamífero” (30); espécies “africana” e “asiática” (30); “tromba” (29); “paquiderme” (28); “proboscídeo” (27); “pele grossa” (25); “florestas tropicais” (24) e “savanas” (2), expressando o *habitat* dos elefantes; “herbívoros” (16); “respiração” (15); “orelhas” grandes, pequenas, largas, curtas (12); “alimentação” (12); “galhos” (10), “raízes” (7), “frutos” (6) e “folhas” (3) como tipos de alimentação; “presas de marfim” (7); “glândula mamária” e “gestação” (4); “peso” (3) “audição” e “lóbulo” (2).

A quantidade de conceitos em cada mapa variou entre 10 e 15, com a média situando-se em 13. O número total de proposições foi praticamente igual ao de conceitos e 97% delas eram válidas. No que se refere à hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa, não foi observada evolução expressiva em relação aos mapas iniciais. Dez alunos tiveram os seus mapas classificados como bons, enquanto os demais foram considerados regulares.

9.4.3 Análise dos mapas MCIII

Nos mapas elaborados depois do estudo do tema Elefantes (tabela 34), ficou evidenciada a aquisição de novos conceitos científicos pelos alunos. Dentre os 38 conceitos presentes neste conjunto de mapas, encontram-se conceitos centrais e relevantes da matéria de ensino, os quais estão relacionados a seguir, acompanhados do respectivo número de citações: “mamíferos” (31), “gestação longa” (24), “paquidermes” (27), “proboscídeos” (27), “pele grossa” (24), “presas de marfim” (13), “asiático” (26), “africano” (30), “florestas tropicais” (24), “herbívoros” (16), “tromba” (29), “orelhas” (9), “respiração” (15), “alimentação” (12).

O conceito “proboscídeos” foi utilizado como referência ao fato de os elefantes possuírem tromba; o conceito “lóbulo”, para referir-se à bifurcação encontrada no final da tromba, existindo espécies com uma ou duas bifurcações; o conceito “olfato”, para explicar que é através da tromba que os elefantes sentem os odores e que eles têm o olfato muito aguçado; o conceito “audição”, para dizer que eles têm este sentido muito sensível e aguçado; o conceito “respiração”, para mencionar que os elefantes respiram pela tromba. Alguns conceitos foram citados para diferenciar as espécies *L. africana* e *L. maximus*: “frente”, “costas” e “ventre”.

Cada mapa apresentou entre 11 e 16 conceitos, com um número médio de 14 conceitos. Todas as ligações entre os conceitos possuíam conectores. O total de proposições formadas superou em 25% a quantidade de conceitos, observando-se um percentual de 4% de proposições inválidas. As relações cruzadas estiveram presentes em 24 mapas, e alguns se destacaram por apresentar um número bastante expressivo desse tipo de ligação. De forma geral, houve uma melhoria acentuada na hierarquização dos conceitos e na aplicação dos princípios de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa. Vinte e um mapas foram classificados como bons e os demais como regulares.

Tabela 33

Qualidade dos mapas MCII, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
E1	M	11	11	10	10	-	-	M	M	MR
E2	M	13	13	13	13	-	-	M	M	MR
E3	M	13	13	13	13	-	-	M	M	MR
E4	M	13	13	13	13	-	-	M	M	MR
E5	M	12	12	12	12	-	-	M	M	MR
E6	M	13	13	13	13	-	-	M	M	MR
E7	A	14	14	14	14	1	-	A	A	MB
E8	A	12	12	14	14	2	-	A	A	MB
E9	M	15	13	15	13	-	-	M	M	MR
E10	M	13	13	11	11	-	-	M	M	MR
E11	A	13	13	15	15	2	-	A	A	MB
E12	M	12	12	11	11	-	-	M	M	MR
E13	M	14	14	13	13	-	-	M	M	MR
E14	A	13	13	16	16	3	-	A	A	MB
E15	M	12	12	12	12	-	-	M	M	MR
E16	M	13	13	12	12	-	-	M	M	MR
E17	M	13	13	12	12	-	-	M	M	MR
E18	M	12	12	11	11	-	-	M	M	MR
E19	M	13	13	14	14	-	-	M	M	MR
E20	M	14	14	14	14	-	-	M	M	MR
E21	M	10	10	8	8	-	-	M	M	MR
E22	A	15	15	16	16	1	-	A	A	MB
E23	M	14	14	13	13	-	-	M	M	MR
E24	A	12	12	13	13	1	-	A	A	MB
E25	M	11	11	10	10	-	-	M	M	MR
E27	M	15	12	14	11	-	-	M	M	MR
E29	M	15	12	14	11	-	-	M	M	MR
E31	M	13	13	14	14	1	-	A	A	MB
E32	M	11	11	10	10	-	-	M	M	MR
E33	M	15	13	12	7	-	-	M	M	MR
E35	M	15	15	15	15	-	-	M	M	MR
E36	M	10	10	9	9	-	-	M	M	MR
E37	M	14	14	13	13	1	-	A	M	MB
E38	A	14	14	18	18	4	-	A	A	MB
E39	A	13	13	16	16	3	-	A	A	MB
E40	M	13	13	13	13	-	-	M	M	MR

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

Tabela 34

Qualidade dos mapas MCIII, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Alunos	Critérios									QM
	HC	TC	CV	TP	PV	RCZ	EX	DP	RI	
E1	A	16	16	20	20	4	-	A	A	MB
E2	M	14	14	18	18	4	-	M	M	MB
E3	A	13	13	24	24	11	-	A	A	MB
E4	M	15	15	14	14	-	-	M	M	MR
E5	A	14	14	19	19	5	-	A	A	MB
E6	A	15	15	20	20	5	-	A	A	MB
E7	A	11	11	17	17	6	-	A	A	MB
E8	A	13	13	15	15	2	-	A	A	MB
E9	A	14	14	26	26	12	-	A	A	MB
E10	A	13	13	17	17	4	-	A	A	MB
E11	M	15	15	15	15	-	-	M	M	MR
E12	A	14	14	23	23	9	-	A	A	MB
E13	A	13	13	14	14	2	-	A	A	MB
E14	M	16	13	18	15	-	-	M	M	MR
E15	M	14	10	18	14	-	-	M	M	MR
E16	M	14	14	13	13	-	-	M	M	MR
E17	M	15	12	20	17	2	-	M	M	MR
E18	M	15	15	14	14	-	-	M	M	MR
E19	A	16	16	22	22	6	-	A	A	MB
E20	M	16	14	18	16	2	-	M	M	MR
E21	A	15	15	16	16	1	-	A	A	MB
E22	M	16	13	18	15	2	-	M	M	MR
E23	M	15	13	15	13	-	-	M	M	MR
E24	A	15	15	28	28	13	-	A	A	MB
E25	A	11	11	16	16	5	-	A	A	MB
E27	A	15	15	24	24	9	-	A	A	MB
E29	A	15	15	19	19	4	-	A	A	MB
E31	M	14	14	14	14	-	-	M	M	MR
E32	A	15	15	16	16	4	-	A	A	MB
E33	M	13	13	14	14	-	-	M	M	MR
E35	A	16	16	18	18	2	-	A	A	MB
E36	M	14	12	14	12	-	-	M	M	MR
E37	M	15	11	15	11	-	-	M	M	MR
E38	A	11	11	14	14	8	-	A	A	MB
E39	M	12	12	11	11	-	-	M	M	MR
E40	A	11	11	18	18	7	-	A	A	MB

Nota. HC = Hierarquia Conceitual; TC = Total de Conceitos; CV = Conceitos Válidos; TP = Total de Proposições; PV = Proposições Válidas; RCZ = Relações Cruzadas; EX = Exemplo; DP = Diferenciação Progressiva; RI = Reconciliação Integrativa; A = Alta; M = Média; B = Baixa; N = Nula; QM = Qualidade do Mapa; MB = Mapa Bom; MR = Mapa Regular; MD = Mapa Deficiente.

Tabela 35

Resultado geral da qualidade dos três mapas, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

Alunos	MCI (Antes)			MCH (Durante)			MCH (Depois)		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
E1	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E2	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E3	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E4	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E5	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E6	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E7	-	1	-	1	-	-	1	-	-
E8	1	-	-	1	-	-	1	-	-
E9	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E10	1	-	-	-	1	-	1	-	-
E11	-	1	-	1	-	-	-	1	-
E12	1	-	-	-	1	-	1	-	-
E13	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E14	1	-	-	1	-	-	-	1	-
E15	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E16	1	-	-	-	1	-	-	1	-
E17	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E18	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E19	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E20	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E21	1	-	-	-	1	-	1	-	-
E22	-	1	-	1	-	-	-	1	-
E23	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E24	1	-	-	1	-	-	1	-	-
E25	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E27	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E29	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E31	-	1	-	1	-	-	-	1	-
E32	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E33	1	-	-	-	1	-	-	1	-
E35	-	1	-	-	1	-	1	-	-
E36	-	1	-	-	1	-	-	1	-
E37	-	1	-	1	-	-	-	1	-
E38	-	1	-	1	-	-	1	-	-
E39	1	-	-	1	-	-	-	1	-
E40	-	1	-	-	1	-	1	-	-
TOTAL	9	27	-	10	26	-	21	15	-
%	25	75	-	28	72	-	58	42	-

Nota. **MB** = Mapa Bom; **MR** = Mapa Regular; **MD** = Mapa Deficiente.

9.4.4 Análise comparativa dos três conjuntos de mapas

Como se vê na tabela 35, nos mapas conceituais elaborados no primeiro momento, antes da intervenção, verificou-se que apenas nove alunos (25%) conseguiram elaborar bons mapas. Por sua vez, os demais 27 licenciandos (75%) demonstraram possuir alguns conhecimentos básicos sobre a matéria de ensino, que podiam servir de ancoradouro para os novos conhecimentos, com os seus mapas enquadrando-se na categoria MR. Nos mapas elaborados no segundo momento, durante a intervenção, observou-se um pequeno acréscimo no número de MB, que passou para dez alunos (28%). Quanto aos mapas conceituais elaborados no terceiro momento, depois da intervenção, a análise das categorias indica que houve um notável avanço no número de mapas bons, que representaram 58% do total (21 alunos). Dos 26 alunos com MR no segundo momento, 17 conseguiram progredir na elaboração de seus mapas, todavia, seis alunos que haviam feito MB no segundo momento regrediram para MR nos mapas III. A análise revela que houve evolução conceitual no conjunto dos alunos, apontando indícios de um processo de aprendizagem significativa no que se refere ao tema Elefantes.

9.5 Análise interpretativa dos mapas conceituais

Serão analisados três conjuntos de mapas sorteados ao acaso, construídos individualmente por três licenciandos em Biologia, tomados como exemplos da evolução do significado do conceito Elefantes durante o *Segundo Curso de Extensão Universitária sobre Aprendizagem Significativa e Mapas Conceituais*.

9.5.1 Caso 1: licenciando E3

A construção inicial (figura 43) apresenta o conceito geral e inclusive “Elefantes”. Em seguida, no primeiro nível da hierarquia horizontal, os conceitos/ideias “tromba”, “animais” e “pele grossa”, que são conceitos relevantes e aceitos da matéria de ensino, porém não são os centrais. Dois deles, “pele grossa” e “tromba”, são conceitos/ideias intermediários que poderiam estar ligados aos conceitos subordinados “paquidermes” e “proboscídeos”. Este mapa propõe uma hierarquia vertical, de cima para baixo, indicando poucas relações de subordinação entre os conceitos/ideias iniciais. Não houve tentativa de relação cruzada. Foi classificado como um mapa “regular”, pois embora apresente poucos conceitos/ideias alguns são relevantes, indicando que o aluno possui em sua estrutura cognitiva subsunçores que poderão sofrer mudanças ao longo do ensino, dando lugar a novos conceitos/ideias, mais científicos, evoluídos e melhor elaborados. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa foram classificadas como “médias”, o que pode vir a evoluir ou não nos mapas seguintes.

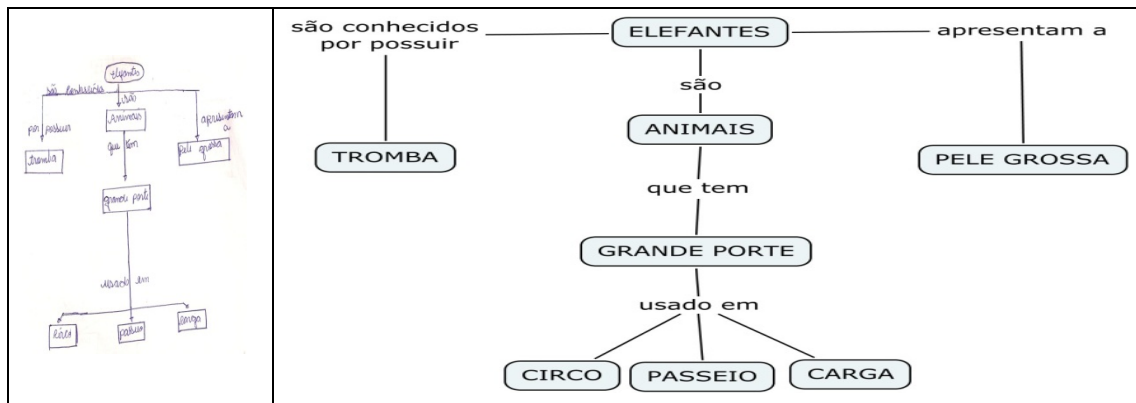


Figura 43: Mapa Conceitual I (E3) - Mapa Regular

O segundo mapa (figura 44) apresenta o conceito geral e inclusor “Elefantes” e em seguida traz no primeiro nível da hierarquia horizontal os conceitos/ideias “proboscídeos” e “paquidermes”, que são relevantes da matéria de ensino. Dois deles, “pele grossa” e “tromba”, são conceitos intermediários que aparecem no segundo nível da hierarquia horizontal. No terceiro nível situam-se os conceitos “alimentação”, “comunicação”, “higienização”, “proteção térmica” e “mamíferos”, sendo este último um conceito central que deveria estar no primeiro nível.

Este licenciando trouxe no mapa inicial os conceitos/ideias “tromba” e “pele grossa”, que não são centrais para o tema, porém, neste segundo mapa ele cita “proboscídeos” e “paquidermes”, que são conceitos subordinados e centrais da matéria de ensino. Em relação ao mapa inicial, apresenta dez conceitos novos, que priorizam os aspectos relacionados às características gerais dos elefantes. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa estão presentes ao explicar o que são proboscídeos e quais as funções exercidas pela tromba. Este mapa intermediário foi considerado “regular”, por não ter apresentado nenhuma relação cruzada entre os conceitos e por ainda não trazer nenhum dos conceitos específicos referentes a cada espécie, apresentando apenas conceitos gerais.

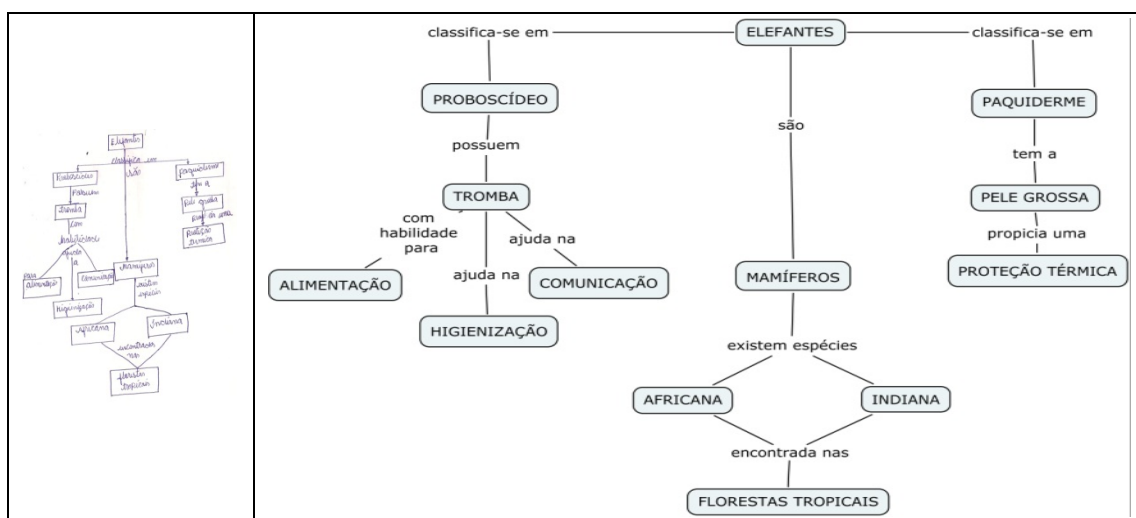


Figura 44: Mapa Conceitual II (E3) - Mapa Regular

O mapa conceitual final (figura 45) apresenta o conceito geral e inclusive “Elefantes” no topo e no primeiro nível da hierarquia horizontal coloca os conceitos/ideias gerais das espécies “africanos” e “asiáticos”. Surgem dois novos conceitos relativos às características gerais dos elefantes: “herbívoro” e “gestação”. As diferenças entre os elefantes africanos e asiáticos, que são características específicas, são mostradas através dos conceitos “presas”, “orelhas”, “tromba”, “peso” e “altura”. Em relação ao mapa inicial, há dez conceitos novos. Comparativamente ao mapa intermediário, observa-se a utilização de conceitos relacionados não só às características gerais, mas também às características específicas das espécies estudadas.

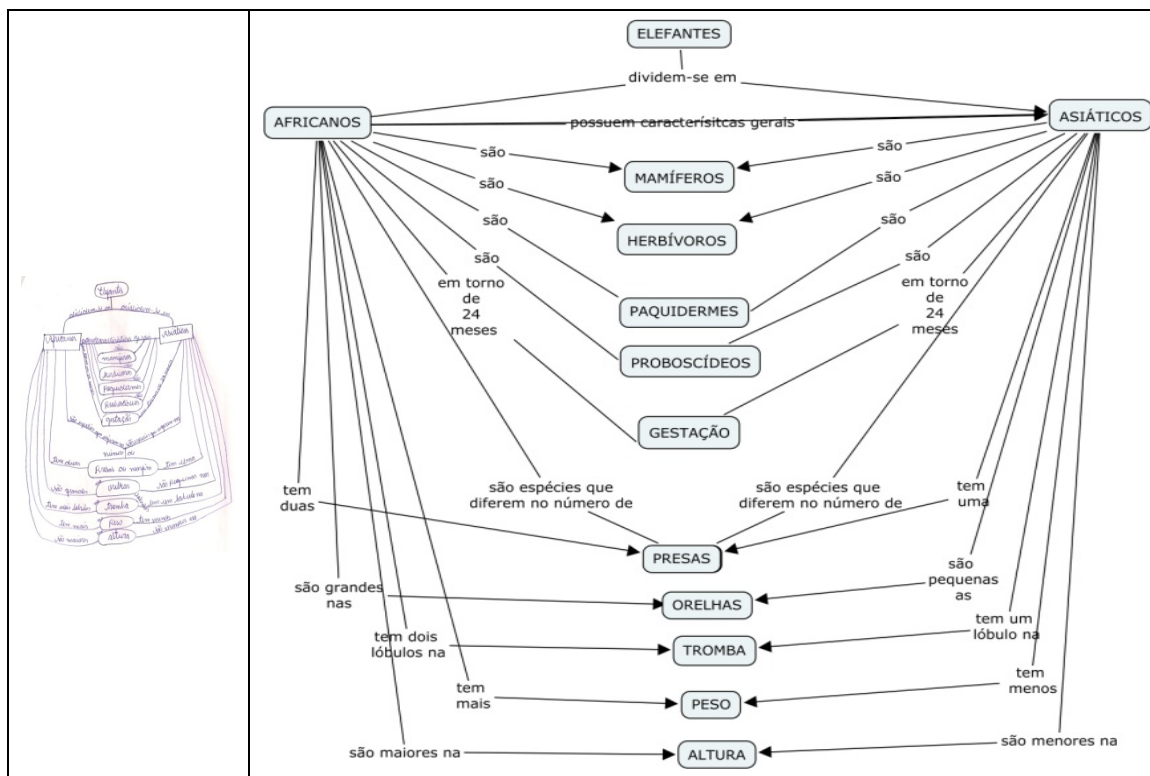


Figura 45: Mapa Conceitual III (E3) - Mapa Bom

9.5.2 Caso 2: licenciando E10

O mapa inicial (figura 46) apresenta o conceito geral e inclusive “Elefantes” no centro, e no primeiro nível da hierarquia horizontal, os conceitos/ideias “5 mil quilos”, “dentes” e “porte avantajado”. São conceitos relevantes que irão ajudar no estudo do tema. No segundo nível da hierarquia horizontal encontram-se os conceitos “marfim” e “nariz comprido”. Por último, no terceiro nível, aparece o conceito “tromba”, que por ser um conceito central deveria estar no primeiro nível. Neste mapa o aluno usa conceitos/ideias do seu conhecimento prévio, demonstrando possuir alguns subsunçores que poderão facilitar a aprendizagem. Não houve tentativa de relações cruzadas e/ou horizontais. Foi classificado como um mapa “bom”, pois embora apresente poucos conceitos/ideias estes são relevantes da matéria de ensino.

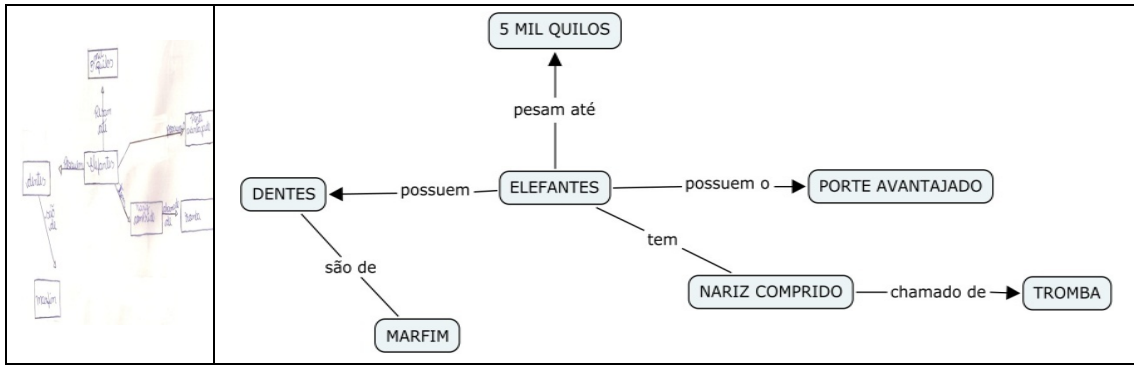


Figura 46: Mapa Conceitual I (E10) - Mapa Bom

O segundo mapa conceitual (figura 47) apresenta o conceito geral e inclusor “Elefantes” no centro. No primeiro nível da hierarquia horizontal estão os conceitos “africano” e “asiático”, que são conceitos/ideias relevantes da matéria de ensino. Dois conceitos intermediários, “audição” e “olfato”, encontram-se no segundo nível da hierarquia. No terceiro nível aparecem “mamíferos terrestres” e “paquidermes” e no quarto nível estão “pé com artelho”, “proboscídeos” e “tromba”. O conceito “proboscídeos”, por ser central, deveria estar em um nível mais acima. No quinto nível estão os conceitos “herbívoros” e “alimentação”, e no último nível está o conceito “frutas”. Esse mapa traz onze conceitos novos em relação ao mapa inicial, dos quais quatro são conceitos centrais da matéria de ensino: “mamíferos terrestres”, “paquidermes”, “proboscídeos” e “herbívoros”. O mapa foi considerado “regular”, por não ter apresentado nenhuma relação cruzada entre os conceitos e citar apenas os conceitos mais gerais, sem incluir nenhum dos conceitos que caracterizam cada espécie, mostrando as semelhanças e diferenças existentes entre elas.

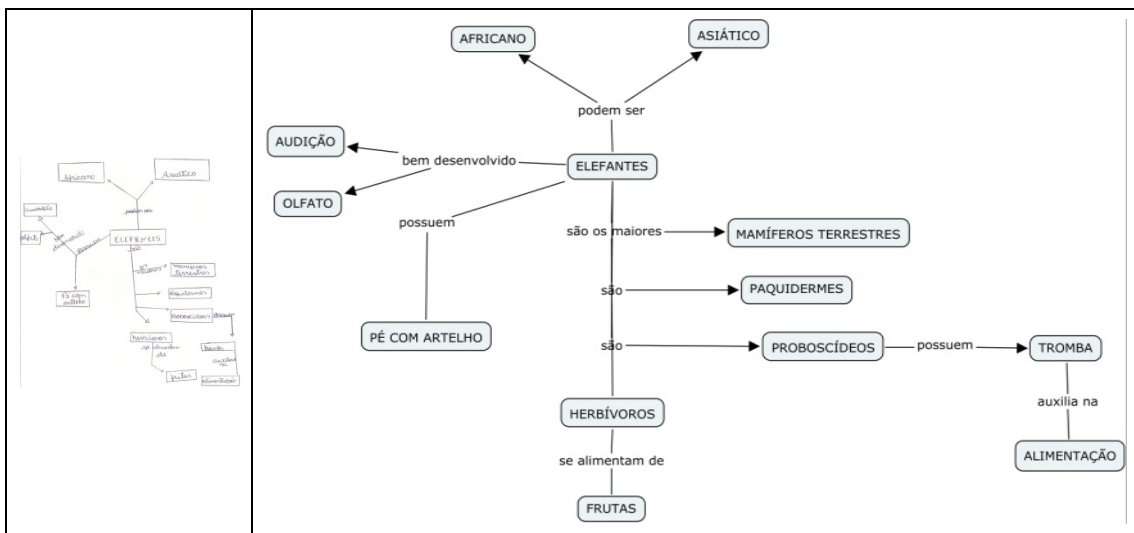


Figura 47: Mapa Conceitual II (E10) - Mapa Regular

O mapa conceitual final (figura 48) apresenta também como conceito geral e inclusor “Elefantes”, situado no topo da hierarquia vertical. Nesse mesmo nível, em sentidos opostos, são citadas as espécies “africana” e “asiática”. Em seguida, no primeiro nível da hierarquia horizontal, são mencionados os conceitos/ideias gerais das

espécies: “paquidermes”, “proboscídeos”, “mamíferos”, “herbívoros”, “audição”. Todos estes conceitos, que representam características gerais das espécies citadas, já se encontravam no mapa anterior. Em seguida, são apresentadas as diferenças entre os elefantes africanos e asiáticos. Em relação ao mapa inicial, apresenta dez conceitos novos, que priorizam tanto os aspectos relacionados às características gerais como as características específicas das duas espécies de elefantes. A diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa estão presentes em vários momentos do mapa e há diversas ligações cruzadas. Dessa forma, foi classificado como um bom mapa.

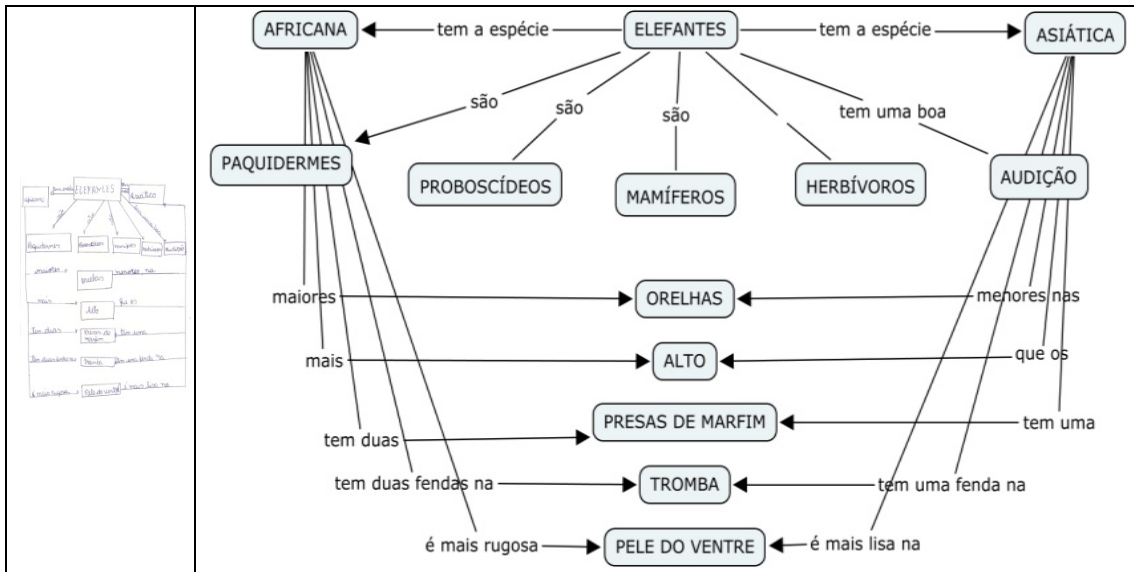


Figura 48: Mapa conceitual III (E10) - Mapa Bom

9.5.3 Caso 3: Licenciando E27

A construção inicial (figura 49) apresenta como conceito geral e inclusive “Elefantes”, no topo da hierarquia vertical. Em seguida, traz o primeiro e único nível da hierarquia horizontal com os conceitos/ideias “dentes incisivos”, “pele grossa”, “orelhas largas”, “pescoço curto”, “focinho prolongado” e “pernas”. O aluno usa conceitos/ideias do seu conhecimento prévio, demonstrando possuir alguns subsunçores que poderão facilitar o estudo. O mapa conceitual apresenta uma estrutura muito simples, mas traz conceitos relevantes para a matéria de ensino, tendo sido classificado como um mapa “regular”.

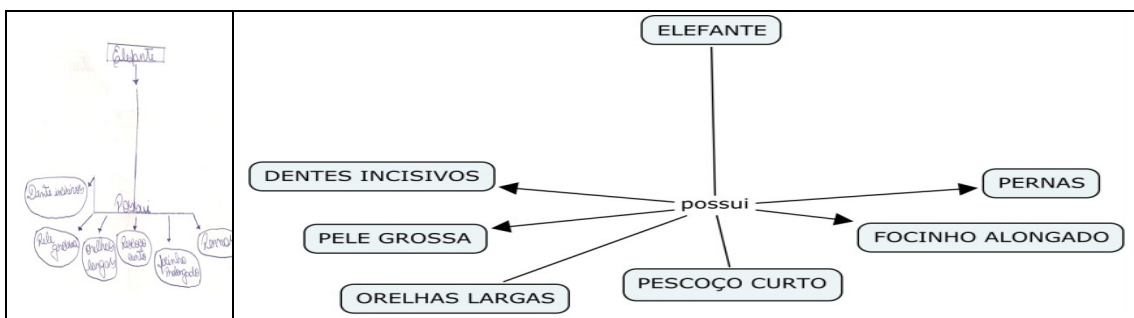


Figura 49: Mapa Conceitual I (E27) - Mapa Regular

O mapa intermediário (figura 50) apresenta o conceito geral e inclusive “Elefantes” no topo, lateralmente. Em seguida traz no primeiro nível da hierarquia horizontal os conceitos “florestas tropicais”, “mamíferos” e “paquidermes”, o qual se ramifica em três conceitos: “orelhas largas”, “pele grossa”, e “pescoço curto”. São conceitos relevantes e aceitos da matéria de ensino. No segundo nível da hierarquia horizontal aparecem os conceitos “herbívoros” e “proboscídeos”. Este segundo conceito dá origem a um terceiro nível, em que são citados os conceitos “tromba”, “pernas” e “dentes de marfim”. No quarto nível é especificada a função da tromba e os lóbulos que ela possui, assim como o formato das pernas. Os conceitos “herbívoros” e “proboscídeos”, colocados no segundo nível da hierarquia horizontal, são gerais, pois dizem respeito a todas as espécies de elefantes, e por isso deveriam estar subordinados ao conceito principal. Não houve a tentativa de estabelecer ligações cruzadas. Foi avaliado como um mapa “regular”.

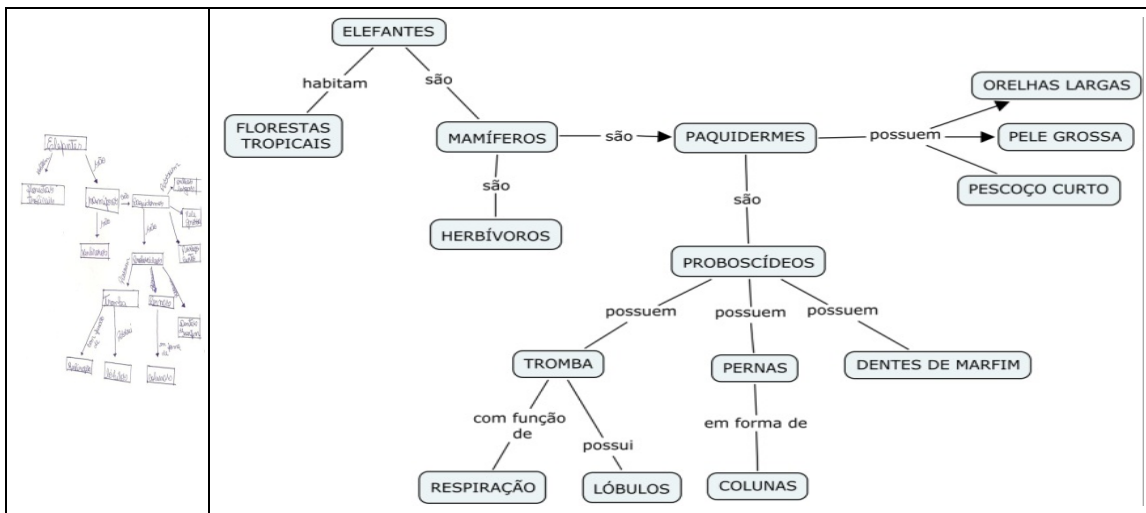


Figura 50: Mapa Conceitual II (E27) - Mapa Regular

O último mapa (figura 51) também apresenta como conceito geral e inclusive “Elefantes”, no topo da hierarquia vertical. Nesse mesmo nível, em sentidos opostos, cita as espécies “africana” e “asiática”, e a partir daí os conceitos “herbívoros”, “mamíferos”, “paquidermes” e “proboscídeos”, que são as características gerais mostradas no mapa como os aspectos comuns às duas espécies. As diferenças entre africanos e asiáticos são estabelecidas por meio dos conectores que ligam cada uma das duas espécies aos conceitos citados no terceiro nível: “peso”, “altura”, “presas”, “orelhas”, “tromba” e “ventre”. No quarto nível aparecem os conceitos relativos aos dois tipos de orelhas: “circulares” e “triangulares”.

Em relação ao mapa intermediário, há oito conceitos novos: “africanos”, “asiáticos”, “peso”, “altura”, “ventre”, “orelhas circulares”, “orelhas triangulares” e “presas”. Observa-se a evolução do conceito “orelhas”, que no mapa anterior apareceu somente como “orelha larga” e agora é um elemento diferenciador das duas espécies de elefantes, distinguindo-se em dois tipos: “orelhas circulares” e “orelhas triangulares”. O mesmo aconteceu com o conceito “dentes de marfim” presente no mapa intermediário,

que evoluiu para o conceito “presas”. O mapa engloba os aspectos relacionados tanto às características gerais quanto às características específicas dos elefantes e demonstra evolução conceitual. A hierarquia conceitual, diferenciação progressiva e reconciliação integrativa foram classificadas como “altas”, tendo sido considerado um mapa “bom”.

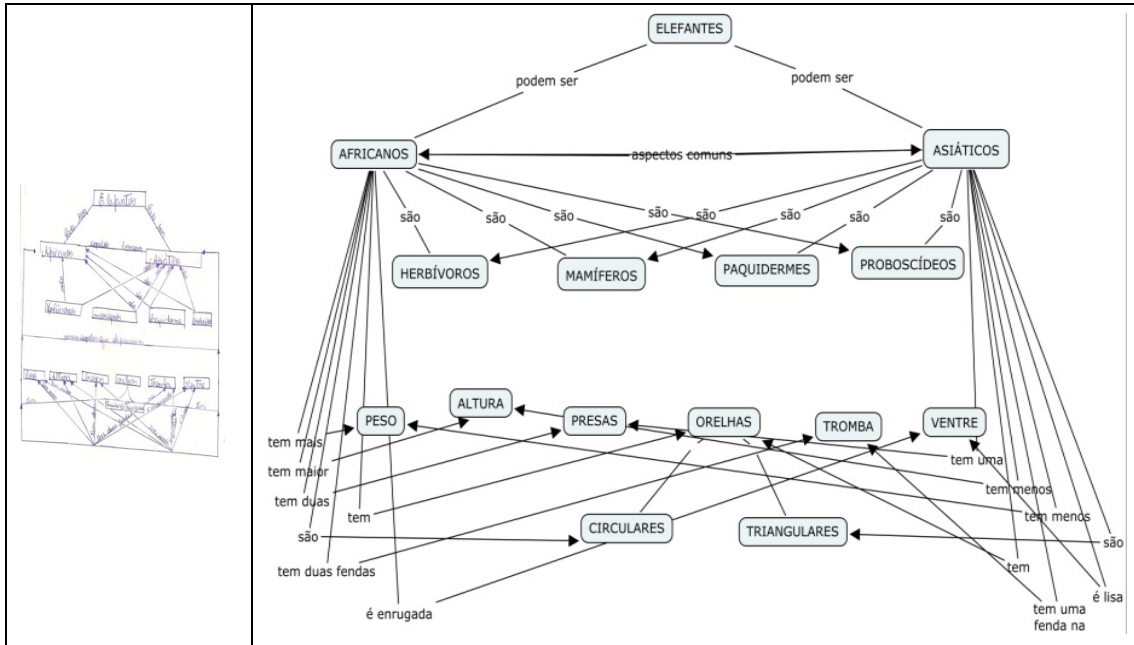


Figura 51: Mapa conceitual III (E27) - Mapa Bom

9.6 Evolução dos conceitos nos três mapas

A tabela 36 apresenta a evolução dos conceitos/ideias nos três conjuntos de mapas construídos nos diferentes momentos. Os conceitos presentes nos mapas II e III serão analisados comparativamente àqueles que foram citados nos mapas iniciais, tomados como representativos dos conhecimentos prévios dos licenciandos. Esses dados quantitativos permitem perceber que a variedade de conceitos presentes aumentou ao longo do ensino. Cabe analisar a qualidade da diferença dos conceitos e suas respectivas relações, o que permitirá dizer se a inserção dessa ferramenta aperfeiçoou o ensino do conceito Elefantes.

Os mapas III totalizaram 48 diferentes conceitos/ideias, dos quais 34 são novos em relação aos mapas iniciais. Destes, 18 são exclusivos e 16 já haviam surgido nos mapas II. Observam-se 11 conceitos coincidentes nos mapas I, II e III, que representam conhecimentos prévios dos alunos e são também conceitos relevantes para o tema, relacionados com o ensino desenvolvido: pele grossa, presas de marfim, cabeça grande, porte avantajado, Asiática, Africana, florestas tropicais, savanas; tromba, alimentação e orelha. Nos mapas II e III, esses conceitos estiveram associados aos mais gerais e inclusivos, por exemplo, “pele grossa” e “tromba” estavam respectivamente conectados a conceitos como “paquidermes” e “proboscídeos”.

Os 16 conceitos/ideias exclusivos dos mapas construídos durante e depois do estudo do tema, cuja origem está relacionada com o ensino desenvolvido, são aqui citados na ordem em que aparecem nos mapas conceituais dos alunos, com os respectivos números de citações nos mapas II e III: “espécies” (2, 2); “gestação longa” (4, 7); “mamíferos” (31, 24); “paquidermes” (27, 29); “proboscídeos” (27, 29); “manadas”, “bandos, grupos” (3, 2); “herbívoros” (16, 26); “audição” (2, 8), “olfato” (2, 8); “comunicação” (2, 3); “defesa” (4, 1); “lóbulo” (2, 3); “artelho” (1, 2); “respiração” (15, 5); “peso” (3, 11); “altura” (1, 15).

Os 18 conceitos presentes apenas nos mapas III foram: “família Elephantidae” (4 alunos); “*Elephas maximus*” (12); “*Loxodonta africana*” (12); “pastos” (2); “dóceis” (7); “agressivos” (5); “aguçados” (3); “dois lóbulos” (6); “um lóbulo” (8); “resfriador natural” (3); “triangulares” (3); “circulares” (3); “pele do ventre” (5); “fronte” (6); “curvada” (3); “costas” (5); “depressão” (3); “pés traseiros” (3).

A análise comparativa dos mapas de conceitos revela que os conceitos presentes nos mapas II são qualitativamente melhores do que os conceitos presentes nos mapas I, uma evidência de que o ensino foi potencialmente significativo e, portanto, favoreceu a captação de significados. Nessa mesma linha, os conceitos presentes apenas nos Mapas I correspondem a características pontuais dos Elefantes, o que representa mais um indicador de sucesso do evento. Por outro lado, os “melhores” conceitos estão presentes nos mapas II e III, demonstrando que o ensino modificou o conhecimento prévio dos licenciandos.

Tabela 36
Evolução dos conceitos nos três mapas, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), tema Elefantes, 36 alunos

Categorias	Conceitos Subcategorias	Número de citações			
		MCI	MCH	MCH	
Taxonomia	Família <i>Elephantidae</i>	-	-	4	
	Espécies	-	2	2	
	<i>Elephas Maximus</i>	-	-	12	
	<i>Loxodonta Africana</i>	-	-	12	
Características Gerais	Mamíferos	-	31	24	
	Gestação longa	-	4	7	
	Glândula mamária	-	5	-	
	Paquidermes	-	27	29	
	Pele grossa	27	24	7	
	Proboscídeos	-	27	29	
	Presas de marfim	19	13	20	
	Animais - Terrestres	14	2	3	
	Dentes incisivos	16	3	-	
	Cabeça grande	4	3	2	
	Pescoço curto	4	4	-	
	Pernas / Pilares / Colunas	2	5	-	
	Porte avantajado	18	6	1	
	Origem	Asiático	4	26	26
		Africano	4	30	26

Categorias	Conceitos Subcategorias	Número de citações			
		MCI	MCII	MCIII	
Habitat	Florestas / Tropicais	1	24	2	
	Savanas	2	2	7	
	Pastos	-	-	2	
	Dóceis	-	-	7	
	Agressivos	-	-	5	
Modo de Vida	Bando / Manadas / Grupo	-	3	2	
	Herbívoros	-	16	26	
Hábitos Alimentares	Arbustos	2	-	3	
	Galhos	4	10	3	
	Folhas	4	3	-	
	Vegetais	3	1	-	
	Frutos	6	6	-	
	Capim	2	-	-	
	Raízes	-	7	-	
	Audição/ouvido	-	2	8	
	Olfato/cheiro	-	2	8	
	Aguçados	-	-	3	
	Tromba	28	29	34	
	Alimentação	6	12	3	
	Respiração	-	15	5	
	Comunicação	-	2	3	
	Defesa	-	4	1	
	Lóbulos	-	2	3	
	2 - Dois (<i>E.m.</i>)	-	-	6	
	1 - Um (<i>L.a.</i>)	-	-	6	
	Diferenças entre Espécies	Orelhas	8	9	28
		Resfriador Natural / Temperatura	-	-	3
Triangulares		-	-	3	
Circulares		-	-	3	
Pele do ventre		-	-	5	
Fronte		-	-	6	
Curvada		-	-	3	
Costas		-	-	5	
Com depressão		-	-	3	
Traseiro		-	-	3	
Com artelho		-	1	2	
Peso		-	3	11	
5 mil k		8	2	-	
Altura		-	1	15	
3m de altura		10	1	-	
Total de conceitos citados		23	39	48	
Total de conceitos novos em relação ao Mapa I		-	18	34	
Total de conceitos novos comuns aos Mapas II e III			16		

9.7 Avaliação dos alunos sobre o uso do mapa conceitual

Os licenciandos responderam a um questionário com o objetivo de analisar suas impressões sobre a inserção dos mapas conceituais no cotidiano das aulas e, mais especificamente, sobre a influência desse instrumento no processo de aprendizagem. Nas respostas à primeira pergunta, a maioria dos alunos apresentou opiniões favoráveis ao uso dos mapas conceituais, das quais são citados alguns exemplos: “são relações entre conceitos que facilitam bastante o aprendizado” (E13); “tornou o conteúdo trabalhado mais dinâmico e organizado” (E7); “pertinente e eficaz, vou usar com meus alunos do fundamental” (E27); “um instrumento inovador para nossas futuras práticas pedagógicas” (E32).

Na segunda pergunta, sobre as dificuldades sentidas na construção dos mapas, as mais citadas foram as relativas à seleção dos conceitos (13 alunos), escolha das palavras de ligação (11), estruturação do mapa (11) e realização de ligações cruzadas (7). Nas respostas à terceira pergunta, o número de vantagens citadas foi bem maior que o de desvantagens. Entre as primeiras, destacou-se a facilitação do processo de aprendizagem; entre as segundas, a limitação do tempo. Sobre uma eventual utilização dos mapas em outras disciplinas (quarta pergunta), as opiniões foram favoráveis em sua quase totalidade. As poucas respostas desfavoráveis fizeram referência às limitações dos professores das outras disciplinas.

Os três alunos que participaram da entrevista semiestruturada declararam haver gostado da atividade de elaborar e apresentar o mapa. Como benefícios trazidos com os mapas apontaram: organização, motivação, capacidade de síntese, construção do conhecimento, capacidade de interpretação, seleção e organização hierárquica. Consideraram o trabalho com mapas em sala de aula pertinente e eficaz, tornando a aula diferenciada. A respeito das diferenças entre a metodologia trabalhada anteriormente e a atual, é representativa a fala do licenciando E27: “A diferença é tanta que eu vou mudar meu modo de trabalhar com meus alunos, quero a partir desse curso ver o que eles têm a dizer, o que sabem, antes de eu começar a ensinar um assunto, deixá-los falar e perguntar. Agora eu vejo como isso é importante para a formação futura.” Sobre a preferência pela maneira de elaborar o mapa, as opiniões variaram. No que se refere a sugestões para trabalhar com o mapa conceitual em classe, merece registro a fala do licenciando E3: “A minha sugestão é que os seminários aqui da faculdade fossem apresentados através de mapa conceitual, pois iriam ser mais atrativos, mais motivadores, menos monótonos; todos poderiam opinar e discutir sobre as informações contidas no mapa, seria melhor do que ter que ficar só ouvindo a leitura de slides ou de transparências tiradas do livro.”

CAPÍTULO 10

ANÁLISE COMPARATIVA DOS CINCO ESTUDOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste último capítulo é feita uma rápida análise comparativa dos cinco estudos, utilizando os dados referentes aos resultados gerais verificados no pré-teste, pós-teste e avaliação final; a evolução qualitativa dos mapas conceituais progressivos e a evolução quantitativa dos conceitos neles presentes. Em seguida são apresentadas as considerações finais.

10.1 Análise comparativa dos cinco estudos

O quadro 9 apresenta as características individuais de cada um dos contextos em que os cinco estudos desta pesquisa foram desenvolvidos: o estudo 1 abrangeu cinco alunos de 3ª e 4ª séries de uma classe multisseriada e teve como tema a *Água*; o estudo 2 foi feito com 16 alunos da 5ª série, tendo como tema o *Solo*; o estudo 3 foi realizado com 16 alunos da 6ª série e o tema estudado foi *Mamíferos*; o estudo 4 incluiu 24 alunos da 7ª série, tendo como tema o *Sistema Respiratório*; e o estudo 5 contemplou 36 licenciandos de Biologia, que estudaram o tema *Elefantes*.

Quadro 10

Observações sobre os contextos dos cinco estudos

Elementos	Estudo 1	Estudos 2, 3 e 4	Estudo 5
Instituição	Pública Municipal	Pública Estadual	Pública Estadual
Estrutura física	A escola fica em um sítio, isolada, sem receber atenção do Município.	A escola passou por modificações. Foi construída uma nova sede, em outro bairro, com boa infraestrutura.	A Universidade possui ótima infraestrutura.
Estrutura de Ensino	Regular	Boa	Muito boa
Adoção de Livro-texto	Sim, fornecido pelo Município	Sim, fornecido pelo Estado	Não Bibliografia recomendada
Comportamento dos alunos em aula	Pouca conversa, dificuldade de interação, muita timidez, baixo número de alunos, porém evoluíram durante o trabalho.	5ª série: muita conversa, indisciplina, turma agitada, baixo número de alunos, pouco participativos. 6ª série: turma muito agitada, baixo número de alunos, pouco participativos nas atividades. 7ª série: turma calma, participativa, número regular de alunos, questionadores.	Alunos comprometidos, responsáveis, participativos, assíduos, questionadores.
Professora	Titular	Titular	Pesquisadora
Relação professora x alunos	Boa, procurando sempre fazer com que eles expusessem seus pontos de vista.	Interativa, motivadora	Interativa, motivadora

A coleta de dados através dos instrumentos utilizados nesta pesquisa foi planejada de modo a responder às perguntas que se referem ao problema da investigação e a analisar se: o pré-teste e o mapa inicial podiam revelar o conhecimento prévio dos alunos sobre os temas a serem estudados; o pós-teste aplicado no final do estudo, ao ser comparado com o pré-teste inicial, mostraria como os conhecimentos prévios foram modificados, quais as possíveis evoluções conceituais dos alunos; a sequência de mapas realizados antes, durante e ao final do estudo dos temas evidenciaria a existência de evolução conceitual e de aprendizagem significativa; a avaliação final revelaria a aquisição dos conceitos estudados; o questionário avaliativo e as entrevistas semiestruturadas forneceriam informações sobre como os alunos sentiram o impacto da utilização dos mapas conceituais e a contribuição deste instrumento para o processo de aprendizagem significativa.

No estudo 1, o diagnóstico dos conhecimentos prévios mostrou que os alunos possuíam noções muito simples sobre o tema Água, provenientes do seu cotidiano. Além disso, apresentavam dificuldades com a leitura e a escrita. Ao longo do processo de intervenção, houve um avanço expressivo na aquisição significativa de conceitos por esses alunos, evidenciado nas respostas dadas de forma oral à pergunta: *O que vocês sabem sobre o tema Água?* Alguns responderam inicialmente: “vem da chuva; do açude; do filtro; da cacimba; serve para beber; pra tomar banho, pra fazer comida, pra matar a sede”. Ao final do ensino, disseram: “é importante para os seres vivos”; “deve ser filtrada por causa das bactérias”; “para beber tem que ser limpa, transparente e fervida”.

Observou-se que eles foram modificando lentamente alguns de seus hábitos no decorrer da intervenção, e já não recorriam com tanta frequência ao livro-texto na classe, pois as atividades exigiam que eles tivessem uma postura de buscar, contestar, dialogar, expor seu pensamento. Quatro alunos evidenciaram expressiva evolução conceitual nos mapas conceituais progressivos elaborados e também uma ampliação do vocabulário. A única exceção foi de um aluno, que no diagnóstico inicial revelou não possuir subsunçores adequados em sua estrutura cognitiva e não demonstrou predisposição para aprender significativamente. Na entrevista semiestruturada ele declarou não ter apreciado as atividades com mapas conceituais e confessou não gostar de estudar. A avaliação dos demais alunos sobre o uso dos mapas conceituais foi bastante positiva, mas sentiram que o tempo foi insuficiente e que poderiam ter aprendido mais sobre mapas.

No estudo 2, a maior parte dos 16 alunos da 5ª série demonstrou possuir conhecimentos iniciais relevantes sobre o Solo, que podiam servir de base para o desenvolvimento do ensino do tema – no pré-teste, as respostas certas e incompletas representaram 76% do total (ver tabela 37). Eles não tinham dificuldades para ler, escrever ou se expressar. A análise das respostas no pós-teste e avaliação final e da evolução dos mapas conceituais progressivos evidenciou o progresso desses alunos ao longo do processo de ensino/aprendizagem. Esta evolução pode ser exemplificada com as respostas dadas pelo aluno S15 à primeira pergunta do pré-teste e pós-teste: “[solo] é onde as pessoas passam”; “[solo] é uma parte do planeta onde plantamos, colhemos, construímos e todo ser vivo vive, sem ele não existimos”.

No estudo 3, a grande maioria dos alunos da 6ª série dispunha de conhecimentos prévios relevantes para o estudo do tema Mamíferos. A soma das respostas certas e incompletas no pré-teste atingiu o índice de 90% (ver tabela 37), o mais elevado dentre os quatro estudos. No pós-teste, todas as respostas se enquadraram nestas duas categorias, com o índice de respostas certas passando de 44 para 65%. A seguir, apresenta-se um exemplo da evolução conceitual desses alunos em relação ao tema estudado: “[mamíferos] são todos os seres que mamam” (M1, pré-teste); “[mamíferos] são animais que mamam na fêmea que tem glândula mamária” (M1, pós-teste).

Tabela 37

Resultados gerais do pré-teste, pós-teste e avaliação final nos Estudos 2, 3, 4 e 5

Nº e %	Respostas às questões														
	Pré-teste					Pós-teste					Avaliação Final				
	C	I	E	B	T	C	I	E	B	T	C	I	E	B	T
Estudo 2 – 5ª série, 16 alunos															
Nº	29	44	21	2	96	66	17	9	4	96	70	2	5	3	80
%	30	46	22	2	100	69	18	9	4	100	88	2	6	4	100
Estudo 3 – 6ª série, 16 alunos															
Nº	35	37	8	-	80	52	28	-	-	80	45	26	9	-	80
%	44	46	10	-	100	65	35	-	-	100	56	33	11	-	100
Estudo 4 – 7ª série, 24 alunos															
Nº	19	65	26	10	120	77	41	2	-	120	79	37	4	-	120
%	16	54	22	8	100	64	34	2	-	100	66	31	3	-	100
Estudo 5 – Licenciandos em Biologia, 36 alunos															
Nº	107	39	34	-	180	149	31	-	-	180	123	38	19	-	180
%	59	22	19	-	100	83	17	-	-	100	68	21	11	-	100

Nota. Os testes e a avaliação escritos não foram aplicados no Estudo 1. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco; T = Total.

No Estudo 4, os alunos da 7ª série tinham poucos conhecimentos prévios relevantes sobre o tema a ser estudado. O percentual de respostas certas no pré-teste foi de apenas 16% (ver tabela 37). Foi possível perceber, porém, que nas respostas consideradas incompletas (54%) existiam ideias que podiam servir de ancoradouro para os novos conceitos. O grupo apresentou evolução expressiva no que se refere à aprendizagem significativa de conceitos relativos ao Sistema Respiratório, como indicam as respostas do pós-teste e da avaliação final. Apresentam-se, a título de exemplo, as respostas do aluno R1 à pergunta: *Qual é a importância da respiração para os seres humanos?* No pré-teste sua resposta foi: “A respiração é muito importante para os seres vivos se manterem vivos”; que evoluiu para esta no pós-teste: “A respiração é importante porque sem ela não temos energia para manter os nossos órgãos funcionando”.

No Estudo 5, os licenciandos em Biologia possuíam conhecimentos iniciais relevantes para o desenvolvimento do tema Elefantes. Este grupo foi o que apresentou o maior percentual de respostas certas no pré-teste (59%). Ao longo do estudo eles incorporaram novos conceitos científicos sobre o tema. No pós-teste o percentual de respostas certas subiu para 83% e não foi registrada nenhuma resposta errada (ver tabela 37).

De forma geral, pode-se afirmar que no início das intervenções os alunos dos estudos 2, 3, 4 e 5 estavam em processo de construção do seu conhecimento no que se refere aos temas a serem desenvolvidos. Os resultados do pós-teste e da avaliação final dos conteúdos estudados em cada grupo, no contexto específico da sala de aula, evidenciam a melhoria que ocorreu no conhecimento dos alunos. Esse tipo de avaliação formal do conhecimento, por si só, não possibilita identificar se a aprendizagem se deu de forma memorística ou significativa, sendo necessário utilizá-lo em interação com outras formas de avaliação. Entretanto, diante das circunstâncias vivenciadas pela pesquisadora durante o desenvolvimento da pesquisa, é possível afirmar que houve mudança conceitual em todos os grupos de alunos investigados.

A aprendizagem significativa acontece quando uma nova informação relaciona-se de modo substantivo e não arbitrário a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do aprendiz (Ausubel *et al.*, 1980). Dessa forma, quanto mais estáveis e consolidadas forem estas relações, maior possibilidade de uso desse conhecimento o sujeito terá, especialmente em situações novas e não familiares. Nesta perspectiva, avaliar se a aprendizagem foi significativa requer atenção ao tipo de uso que o sujeito faz do seu próprio conhecimento em distintas situações, especialmente as não familiares, como foi o caso da construção dos mapas conceituais, instrumento que era desconhecido dos alunos em todos os cinco estudos.

O mapa conceitual, cuja organização estrutural é correspondente ao modo como organizamos o conhecimento na nossa mente (estrutura cognitiva), tanto pode favorecer o estabelecimento de relações substantivas e não arbitrárias (aprendizagem significativa), como o diagnóstico, ainda que aproximado, do modo como seu elaborador “estrutura, hierarquiza, diferencia, discrimina e integra conceitos de uma determinada unidade de ensino, tópico, disciplina, etc.” (Moreira, 2006a, p. 19). Tais características dos mapas de conceitos possibilitam a sua utilização para o diagnóstico dos conhecimentos prévios dos alunos, assim como para a avaliação da aprendizagem durante o processo de ensino e a avaliação final da evolução dos seus conhecimentos sobre o tema objeto de estudo. Então, a qualidade da diferença dos conceitos e suas respectivas relações permitirá dizer se a inserção dessa ferramenta favoreceu a aprendizagem dos alunos nos estudos 1, 2, 3, 4 e 5.

A análise dos mapas conceituais progressivos elaborados pelos alunos de cada grupo – antes, durante e depois do estudo dos respectivos temas – permite perceber a evolução dos significados por eles atribuídos aos conceitos estudados, bem como das relações conceituais por eles estabelecidas.

A tabela 38 apresenta, para o conjunto de alunos de cada estudo e para o total de alunos que participaram da pesquisa, a evolução da qualidade dos mapas conceituais elaborados antes, durante e depois do estudo dos respectivos temas. Observa-se que no primeiro momento apenas 25% do total de alunos conseguiram elaborar bons mapas,

percentual este que subiu para 45% no momento intermediário e atingiu 64% no momento final. O percentual de mapas iniciais classificados como deficientes foi relativamente pequeno (7%), mas apresentou queda pouco expressiva durante e depois do estudo, situando-se em 6% e 5%, respectivamente.

Verifica-se que há diferenças significativas entre os cinco estudos. No momento inicial, nenhum aluno do estudo 1 conseguiu elaborar um bom mapa, ao passo que no estudo 4 o percentual de mapas bons foi de 46%. Nos demais estudos, a participação de mapas classificados como “bons” no primeiro momento foi de 12% (estudos 2 e 3) e 25% (estudo 5). Quando se somam os percentuais de mapas bons e de mapas regulares no momento inicial, tem-se uma ideia da proporção de alunos que demonstraram possuir conhecimentos prévios que poderiam ancorar os novos conceitos a serem estudados em cada grupo. Estes percentuais foram bastante elevados nos estudos 4 (100%), 2 e 5 (93% em ambos); e mais baixos nos estudos 3 (75%) e 1 (60%).

Tabela 38

Evolução da qualidade dos mapas conceituais nos cinco estudos

Nº e %	Qualidade dos Mapas Conceituais								
	MCI			MCH			MCHH		
	MB	MR	MD	MB	MR	MD	MB	MR	MD
Estudo 1 – 3ª e 4ª séries, 5 alunos									
Número	-	3	2	2	2	1	3	1	1
%	-	60	40	40	40	20	60	20	20
Estudo 2 – 5ª série, 16 alunos									
Número	2	13	1	5	10	1	8	6	2
%	12	81	6	31	63	6	50	38	12
Estudo 3 – 6ª série, 16 alunos									
Número	2	10	4	8	4	4	12	2	2
%	12	63	25	50	25	25	75	12	12
Estudo 4 – 7ª série, 24 alunos									
Número	11	13	-	19	5	-	18	6	-
%	46	54	-	79	21	-	75	25	-
Estudo 5 – Licenciandos em Biologia, 36 alunos									
Número	09	27	-	10	26	-	21	15	-
%	25	75	-	28	72	-	58	42	-
Total dos cinco estudos, 97 alunos									
Número	24	66	7	44	47	6	62	30	5
%	25	68	7	45	49	6	64	31	5

Quando se comparam as classificações dos mapas finais com as dos mapas iniciais, constata-se que ocorreu um avanço na aprendizagem conceitual da maioria dos alunos em todos os estudos, indicando uma resposta positiva em relação ao instrumento utilizado. Novamente, observam-se diferenças entre os cinco estudos. A evolução mais significativa verificou-se no estudo 3, em que 75% dos alunos elaboraram mapas finais bons, comparativamente a apenas 12% no momento inicial. A proporção de mapas conceituais bons no terceiro momento situou-se entre 50% (estudo 1) e 75% (estudos 3 e 5).

Cabe uma observação em relação aos alunos que construíram mapas finais classificados como deficientes, bem como àqueles que não apresentaram evolução na qualidade de seus mapas, elaborando mapas regulares antes, durante e depois do estudo do tema. Segundo Ausubel (2002), para que a aprendizagem significativa ocorra, faz-se necessário tanto a apresentação ao estudante de um material potencialmente significativo, quanto uma atitude de aprendizagem significativa por parte do aluno. Além disso, o aluno deve possuir conceitos relevantes inclusivos em sua estrutura cognitiva, ou seja, subsunçores que possam servir de ancoradouro para os novos conhecimentos. Este é um problema comum no contexto das escolas públicas brasileiras, onde muitos alunos apresentam uma estrutura cognitiva defasada em relação ao nível de escolaridade em que se encontram.

A partir da análise qualitativa e quantitativa da evolução dos conceitos nos três mapas conceituais, foram identificados os conceitos novos incluídos nos mapas MCII e MCIII, cujos quantitativos encontram-se na tabela 39. Observa-se que ocorreu em todos os estudos um aumento gradativo no total geral de conceitos.

Tabela 39

Evolução quantitativa dos conceitos presentes nos mapas conceituais dos cinco estudos

Estudos	Conceitos							
	MCI	MCII			MCIII			
	Total	MCI	Novos ^a	Total	MCI	MCII	Novos ^b	Total
Estudo 1	14	08	15	23	05	11	09	25
Estudo 2	48	36	13	49	37	10	12	59
Estudo 3	32	23	15	38	23	08	11	42
Estudo 4	19	18	12	30	12	11	13	36
Estudo 5	23	21	18	39	14	16	18	48

^a Em relação ao mapa MCI. ^b Em relação aos mapas MCI e MCII.

Os conceitos presentes nos mapas MCIII nos estudos 1, 4 e 5 eram qualitativamente melhores do que os conceitos citados nos mapas MCI, o que pode ser tomado como evidência de que o ensino foi potencialmente significativo e, portanto, favoreceu a captação de significados. Os conceitos presentes nos mapas MCIII correspondiam aos aspectos mais centrais e gerais dos temas, ao passo que os conceitos citados apenas nos mapas MCI correspondiam a características pontuais dos temas, o que constitui mais um indicador de sucesso da intervenção. Nos estudos 2 e 3 os

melhores conceitos estiveram presentes nos três mapas, embora nos mapas MCI tenham sido citados por um menor número de alunos.

De modo geral, a atuação e o discurso dos alunos demonstraram que eles tiveram a intencionalidade para pensar com e sobre o conhecimento, negociar e captar os novos significados e, possivelmente, para relacioná-los de forma substantiva e não arbitrária com seus conhecimentos prévios. A análise qualitativa interpretativa geral dos mapas conceituais construídos antes, durante e depois por alunos selecionados nos cinco estudos permitiu identificar, com maior detalhamento, a natureza do conhecimento que estava sendo construído e externamente representado. Essa análise possibilitou inferir que os alunos nos cinco estudos conheciam, no final da intervenção, mais sobre o tema proposto, pois houve um importante aumento do vocabulário dos mesmos sobre os temas. Entretanto, os mapas conceituais elaborados também evidenciaram dificuldades na hierarquização dos conceitos. Assim, os alunos precisariam de maior tempo de interação com o tema para melhor relacionar os conceitos entre si e com os conhecimentos que já possuíam no início da intervenção.

A elaboração dos mapas conceituais favoreceu a interpretação, a integração e a comunicação dos conceitos adquiridos. Os alunos, em sua maioria, sentiram-se bem ao usar os mapas, seja para organizar suas ideias, pensamentos, ou para responder a indagações. De acordo com Stow (1997), o mapeamento conceitual proporciona aos alunos uma ferramenta para analisar o progresso de sua própria aprendizagem, o que é fundamental para a promoção da aprendizagem significativa. Essa estratégia prática foi revelada nas pesquisas como sendo possível de ser incorporada nas práticas cotidianas, valorizando em cada caso sua pertinência e funcionalidade.

A análise dos mapas conceituais elaborados pelos alunos nesses cinco estudos procurou avaliar as mudanças ocorridas nas suas estruturas cognitivas durante e após a instrução, buscando identificar evidências de processos de aprendizagem significativa. Pode-se dizer que a evolução dos alunos na construção progressiva desses mapas serviu para tornar mais significativa a aprendizagem. Eles transformaram o conhecimento sistematizado em conteúdo e procuraram estabelecer ligações entre o novo conhecimento e os conceitos relevantes que já possuíam.

Ao longo dos cinco estudos, as perguntas que nortearam a investigação foram sendo respondidas. Será feita aqui uma síntese das respostas às três questões principais que permearam toda a investigação.

Os mapas conceituais favorecem a aprendizagem significativa dos alunos de diferentes contextos e níveis educativos?

A análise dos mapas conceituais progressivos elaborados pelos alunos de cada nível de ensino – antes, durante e depois do estudo dos respectivos temas – permite perceber a evolução dos significados por eles atribuídos aos conceitos estudados, bem

como das relações conceituais por eles estabelecidas, evidenciando assim o favorecimento da aprendizagem significativa.

Considera-se que o objetivo de utilizar os mapas como recurso de ensino e de aprendizagem para favorecer a aprendizagem significativa foi alcançado, pelo fato de os alunos ao final terem demonstrado saber mais sobre os temas propostos do que no início do processo e, especialmente, pela aceitação do novo instrumento, até então desconhecido para eles. Percebeu-se que a construção dos mapas de forma individual requer uma atenção e dedicação especial por parte do professor em relação à assistência dispensada a cada aluno. Eles participaram ativamente, questionaram, mostraram seus mapas, discutiram com os colegas. Sugere-se que, em outra oportunidade, essa técnica seja desenvolvida em pequenos grupos.

Como os mapas conceituais funcionam na educação básica e na educação superior?

No conjunto que forma a educação básica, percebemos que os alunos tiveram contato com uma ferramenta que não conheciam, além de aprender também um novo conteúdo. No início do processo de intervenção, as classes eram barulhentas e os alunos muitos dispersos; não se concentravam em suas atividades, levantavam-se frequentemente de seus lugares e ficavam caminhando pela sala ou saíam da sala de aula. Ao iniciar o trabalho com mapas, observou-se que aos poucos eles foram ficando curiosos, querendo saber qual seria o próximo passo, melhorando o nível de concentração. Entretanto, não gostavam de refazer seus mapas, apenas uma minoria se propunha a isso. Na educação superior, com a turma de alunos do curso de extensão, verificou-se que eles estiveram comprometidos o tempo todo. Como eram em sua maioria professores, viram nessa estratégia uma forma de inovar suas práticas em sala de aula, favorecendo a construção do conhecimento pelos alunos e pautando o processo de ensino a partir dos seus conhecimentos prévios.

Quais são as regularidades e as diferenças no uso dos mapas nos diferentes níveis?

Nos cinco estudos, os três mapas conceituais progressivos tiveram seus conceitos selecionados pelos alunos, não houve uma pré-seleção de conceitos pela professora e/ou pesquisadora. Observou-se que nos estudos 2 e 3 os alunos apresentaram uma grande variedade de conceitos nos mapas elaborados nos três momentos, e que estes não eram os conceitos centrais da matéria de ensino.

A estratégia dos mapas conceituais estimulou o interesse pelos temas estudados nos cinco grupos, apesar de se observar uma grande oscilação na frequência dos alunos, mais acentuada nos três primeiros estudos. Como só foram incluídos na investigação os alunos que participaram de todas as atividades, nos estudos 1, 2 e 3 eles representaram apenas 38%, 39% e 41%, respectivamente, do total de alunos matriculados em cada turma. No estudo 4 os estudantes incluídos na pesquisa representaram 67% do total de alunos matriculados e no estudo 5 esse percentual atingiu 90%.

De forma geral, a maioria dos alunos gostou de usar a ferramenta dos mapas conceituais, seja para organizar suas ideias, pensamentos, ou para responder a indagações, pois o mapa favoreceu a interpretação, a integração e a comunicação dos

conceitos adquiridos. Uma vantagem quase unânime apontada por eles foi a facilitação da aprendizagem.

A elaboração dos mapas conceituais gerou dificuldades em todos os grupos, conforme se viu pelas respostas dadas ao questionário avaliativo, aparecendo com regularidade: construir o mapa, selecionar os conceitos mais importantes, escolher as palavras de ligação, estabelecer ligações cruzadas. Outra dificuldade apontada com frequência, sobretudo nos estudos 3, 4 e 5, diz respeito à exiguidade do tempo disponível para construir os mapas.

10.2 Considerações finais

A pesquisa teve como propósito descrever e analisar *se o mapa conceitual aplicado de modo progressivo favoreceu a aprendizagem significativa de distintas populações de alunos*, nos diferentes níveis e contextos de ensino investigados, em três escolas da rede pública de ensino, à luz dos referenciais teóricos, epistemológicos e metodológicos utilizados para dar resposta ao problema da pesquisa.

A ocorrência de resposta positiva a determinado material de aprendizagem demonstra o seu potencial significativo, condição que o torna relacionável à estrutura cognitiva do aluno, indicando que, se houver subsunçores disponíveis, favorecerá a aprendizagem significativa. A expectativa, fundamentada na ideia de que a aprendizagem é um processo que demanda tempo e negociação de significados, era de que os mapas conceituais progressivos, construídos nos três momentos distintos – antes, durante e após o estudo dos temas –, evidenciassem a evolução do conhecimento dos alunos, nos cinco estudos realizados.

Pode-se afirmar que não há conteúdos totalmente significativos, eles são apenas potencialmente significativos para uns alunos, e não para outros. Para ser potencialmente significativo para um aluno, o conteúdo deve ter significado lógico, ou seja, deve estar dentro dos limites da sua capacidade de compreensão, para que possa ser apreendido significativamente. Para que isso aconteça, o aluno deve dispor de subsunçores na sua estrutura cognitiva, sem os quais não será capaz de aprender com significado determinado conteúdo. Este conteúdo é aprendido pelo aluno com significado sempre que as novas ideias sejam incorporadas de modo substantivo na sua estrutura cognitiva. Além disso, para tornar possível a aprendizagem significativa, o aluno deve estar motivado a aprender.

As análises dos pré-testes aplicados na pesquisa apontam que nos estudos 2, 3 e 4 os alunos estavam em processo de construção do conhecimento, possuindo algumas ideias prévias válidas sobre o assunto, enquanto no estudo 5 os estudantes demonstraram conhecimentos relevantes, dispondo de subsunçores mais elaborados para o tema em questão. Já no estudo 1, o instrumento foi aplicado de forma oral, verificando-se maior dificuldade por parte dos alunos, possivelmente decorrente da falta de domínio da leitura e da escrita.

Durante a pesquisa, foi possível observar mudanças conceituais nos cinco estudos realizados. De modo geral, ainda que mais timidamente no estudo 1, observou-

se que os alunos possuíam algumas ideias relevantes sobre os temas objeto de estudo, as quais foram se modificando no decorrer do processo de ensino e aprendizagem. Os resultados dos pós-testes aplicados nos estudos 2, 3, 4 e 5 demonstram que houve êxito no ensino através da captação de significados. Em menor grau, isto também foi constatado no estudo 1, em que o pós-teste foi aplicado de forma oral.

A avaliação formal do conhecimento, por si só, pode mostrar indícios de que o aluno aprendeu de forma memorística, o que não é suficiente para verificar o processo de aprendizagem, tornando-se necessário aplicá-la em interação com outras formas de avaliação. De forma geral, o resultado da avaliação final dos conteúdos estudados em cada grupo, no processo de ensino e aprendizagem, no contexto específico da sala de aula, mostra que houve uma melhoria no conhecimento dos alunos. As respostas dadas revelam como o conhecimento deles foi-se modificando, sugerindo avanços significativos. Em todos os três instrumentos aplicados, as respostas categorizadas como incompletas não continham erros, mas apenas informações suprimidas. O índice de respostas erradas e em branco diminuiu satisfatoriamente, sendo um indicativo de que os alunos estavam mais atentos ao responder às questões.

A inserção do mapa conceitual como instrumento de aprendizagem nos grupos investigados provocou reflexão individual e coletiva sobre os conceitos e as relações que estes estabelecem entre si para caracterizar os diferentes temas estudados. A análise dos mapas conceituais dos cinco estudos – antes, durante e depois – evidencia que os alunos incorporaram novos conceitos e conseguiram estabelecer hierarquias e relações conceituais. A evolução dos mapas conceituais elaborados nos três momentos permite perceber como os conceitos iniciais dos alunos foram se transformando para dar sentido aos novos conceitos. De forma geral, verifica-se que os mapas se tornaram progressivamente melhor elaborados.

A análise qualitativa dos mapas apresentados oralmente pelos alunos nos cinco estudos mostrou não só as deficiências como também a evolução da aprendizagem conceitual, demonstrando tanto para o professor quanto para o aluno a eficácia do mapa como instrumento para avaliar a aprendizagem. As apresentações evidenciaram grande riqueza de informações, muitas das quais não se encontravam registradas nos mapas elaborados.

A qualidade da diferença dos conceitos e suas respectivas relações, identificada na análise da evolução quantitativa e qualitativa dos conceitos apresentados nos mapas construídos – antes, durante e depois do estudo de cada tema –, permite dizer que a inserção dessa ferramenta aperfeiçoou o ensino dos temas nos estudos 1, 2, 3, 4 e 5. Observou-se em todos os estudos um aumento gradativo no total geral de conceitos e a progressiva incorporação de conhecimentos de caráter científico relevantes em relação aos temas estudados.

Os mapas construídos pelos alunos nesta pesquisa têm a mesma estrutura, diferindo apenas no número de conceitos, e em geral apresentam uma organização hierárquica do centro para as bordas. A análise comparativa dos mapas elaborados – antes durante e depois do conteúdo –, levando em conta critérios básicos como qualidade dos conceitos, organização hierárquica, diferenciações progressivas e reconciliações integradoras, aponta que ocorreu uma evolução conceitual nas estruturas

cognitivas dos alunos, em relação aos conhecimentos anteriores. Observou-se, todavia, uma dificuldade ou limitação dos alunos no que se refere à formação de relações cruzadas durante a elaboração dos mapas conceituais.

De modo geral, é possível afirmar que os alunos apresentaram “disposição para aprender significativamente”, levando-se em conta que havia uma boa relação afetiva deles entre si, com a professora e também com a pesquisadora. Em sua maioria eles se mostraram receptivos tanto para aprender a técnica de construção dessa ferramenta quanto para estudar um tema novo. A avaliação dos próprios alunos sobre a inserção dos mapas conceituais no processo confirma essas impressões, salvo algumas exceções.

Praticamente todos os alunos citaram dificuldades que sentiram na elaboração dos próprios mapas, abrangendo: a construção do mapa, a definição dos conceitos, o estabelecimento de relações entre os conceitos, a escolha das palavras de ligações, a preocupação com a hierarquia, o estabelecimento de ligações cruzadas e/ou horizontais, a formação de proposições. Entretanto, avaliaram que a utilização dessa ferramenta favoreceu a aprendizagem e se mostraram favoráveis ao seu uso em outras disciplinas.

A receptividade dos alunos ao novo instrumento em geral foi muito positiva, como fica evidenciado nas respostas dadas ao questionário avaliativo e nas entrevistas semiestruturadas. Eles citaram diversos benefícios trazidos pelas atividades com mapas, como: aumento da concentração e organização, facilidade em aprender e assimilar o conteúdo, melhor desempenho para resumir o assunto, mais motivação, aumento da capacidade de interpretação, melhoria do raciocínio para selecionar e relacionar os conceitos.

Considera-se que o objetivo de utilizar os mapas como recurso de ensino e de aprendizagem foi alcançado, pelo fato de os alunos ao final terem demonstrado saber mais sobre os temas propostos do que no início do processo e, especialmente, pela aceitação do novo instrumento, até então desconhecido para eles. Percebeu-se que a construção dos mapas de forma individual requer uma atenção e dedicação especial por parte do professor em relação à assistência dispensada a cada aluno. Eles participaram ativamente, questionaram, mostraram seus mapas, discutiram com os colegas. Sugere-se que, em outra oportunidade, essa técnica seja desenvolvida em pequenos grupos.

O *Vê* reflete a interação do pensar, do fazer e do sentir nos contextos estudados, representando a síntese do trabalho desenvolvido. Os resultados obtidos, assinalados nos juízos de conhecimento e de valor, permitem deduzir que na prática é possível melhorar a aprendizagem, inclusive em algumas situações complexas, com o uso de referentes sólidos, como o que oferece a Teoria da Aprendizagem Significativa.

Esta pesquisa teve como proposta oferecer aos docentes da educação básica e da graduação uma visão dos estudos feitos em Ensino de Ciências e Biologia, do pré-escolar até os anos finais do Ensino Fundamental, sobre a temática dos mapas conceituais em Ciências Naturais, a partir do referencial teórico ausubeliano. Considerando que a revisão da literatura abrangeu uma parte importante da produção acadêmica, percebe-se que as pesquisas para esses níveis estão aumentando. Por isso, cabe alertar para a necessidade de ampliar esses estudos, tendo em vista a extensa produção acadêmica existente em outras áreas sobre os mapas conceituais em diversos níveis de escolaridade.

Espera-se com este trabalho não só ampliar a divulgação dos estudos sobre mapas conceituais, como também incentivar o desenvolvimento de novas investigações voltadas para essa área, oferecendo maior contribuição para os docentes de Ciências Naturais. Contudo, cabe observar que, para que a construção e implementação da estratégia dos mapas conceituais produzam mudanças nas metodologias tradicionais de ensino formal que ainda são praticadas na educação brasileira, é necessária a participação de todos os envolvidos.

Contexto

Classe multisseriada - Fundamental I; Classes regulares - Fundamental II
Curso extracurricular para licenciandos em Ciências Biológicas
Brasil – Região Nordeste – Instituições Públicas de Ensino Básico e Superior

Domínio Afetivo

- Interesse da docente em melhorar a aprendizagem de seus alunos
- Convencimento da idoneidade dos mapas conceituais como ferramenta e estratégia de avaliação da aprendizagem
- Insatisfação perante alguns resultados obtidos, apesar dos esforços realizados com o fim de conseguir a aprendizagem significativa

Domínio Conceitual

Ideias acerca do mundo / Filosofia

- É possível melhorar a Educação.
- É possível conseguir em distintos temas uma AS utilizando como ferramenta os mapas conceituais em três momentos e níveis educativos diferentes.
- É possível melhorar a aprendizagem nos diferentes contextos educativos e socio-culturais com o uso de referenciais teóricos como a TAS.

Teorias

Teoria da Aprendizagem Significativa, na perspectiva de Ausubel, Novak, Gowin e Moreira.

A Natureza do Conhecimento Biológico (Mayr).

Teoria da Evolução Conceitual (Toulmin).

O conhecimento dos obstáculos epistemológicos e pedagógicos do educando e do professor, que através de um modelo didático propicie rupturas do conhecimento prévio para o conhecimento científico (Bachelard).

Princípios:

- A aprendizagem significativa de um *corpus* organizado de conhecimento favorece o engrandecimento humano e, portanto, deve ser assumida como objetivo no processo educativo.
- A aprendizagem significativa é um processo que envolve aspectos afetivos, comportamentais, contextuais e cognitivos.
- Ensinar, na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa, requer do professor domínio tanto do conhecimento específico quanto do pedagógico.
- O mapa conceitual é uma ferramenta de aprendizagem e avaliação coerente com os conceitos e princípios da teoria da aprendizagem significativa.
- O uso do mapa conceitual como estratégia de aprendizagem e avaliação favorece a negociação de significados entre o professor e os alunos.
- Os mapas conceituais, quando utilizados como instrumento de avaliação, permitem detectar e valorizar a evolução da aprendizagem bem como os significados mal (ou não) compreendidos.

Conceitos:

Aprendizagem significativa, diferenciação progressiva, reconciliação integrativa, mapa conceitual, conceitos biológicos, aluno, aprendizagem mecânica, ensino, conhecimento.

Domínio Metodológico

Questão Foco

Em que medida os mapas conceituais podem contribuir para o favorecimento da aprendizagem significativa de diferentes conceitos em Ciências e Biologia, em vários níveis educativos?

Como se deu a evolução da aprendizagem dos alunos por meio de mapas conceituais em Ciências e Biologia?

Quais foram as semelhanças e as diferenças encontradas no uso dos mapas conceituais nos diferentes níveis?

Asserção de Valor

1. Os resultados sugerem: que essa investigação contribua para melhorar a compreensão dos alunos nos diferentes contextos, mostrando a evolução conceitual deles frente ao uso dos mapas conceituais;

2. permita também contrastar a idoneidade dos mapas conceituais como instrumento de avaliação da aprendizagem em contextos diferenciados.

Asserção de Conhecimento

1. Evidenciou indícios de aprendizagem nos Estudos 3, 4 e 5.

2. É possível dizer que o ensino teve êxito porque houve a captação de significados em todos os cinco estudos, porém nos Estudos 1 e 2, ainda que os dados mostrem um avanço do conhecimento, não é possível afirmar que houve aprendizagem significativa.

3. Nos cinco estudos evidenciou a evolução da linguagem cotidiana para a linguagem científica em todos os contextos.

4. Houve um aumento da interação social entre aluno e professor em todos os níveis, o que foi permitido pela inferência na forma da aprendizagem.

5. Os cinco estudos foram centrados na captação dos conhecimentos através dos mapas conceituais realizados antes, durante e depois. Todos os níveis tiveram a ampliação do vocabulário favorecida, mas nem todos os níveis tiveram a captação do significado aprendido, pois para favorecer a aprendizagem significativa, mesmo que o ensino tenha sido potencialmente significativo, os períodos em que se deram as intervenções podem ter sido pequenos e os mapas requerem tempo e intenção de aprender.

Transformações:

Análises qualitativas dos registros; Categorização dos dados; Análise qualitativa interpretativa dos mapas conceituais; Descrição interpretativa das aulas nos diferentes contextos observados.

Registros/Dados:

Coleta de documentos como pré-teste, pós-teste, avaliação final do conteúdo, questionário avaliativo do mapa conceitual, entrevista semiestruturada, mapas conceituais, atividades escritas, textos, anotações da pesquisadora.

Objeto/Evento:

Investigação-intervenção integrando:
Estudo 1 (tema Água, 3ª e 4ª séries);
Estudo 2 (tema Solo, 5ª série); Estudo 3 (tema Mamíferos, 6ª série);
Estudo 4 (tema Sistema Respiratório, 7ª série);
Estudo 5 (tema Elefantes, licenciandos em Biologia).

REFERÊNCIAS

REFERÊNCIAS

- Amabis, J. M. (2006, setembro). *Mapeamento de conceitos*. Semana de Biologia da Universidade Federal da Bahia, Salvador, BA, Brasil, 2.
- Alves-Mazzotti, A. J., & Gewandsznajder, F. (2001). *O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa*. (2a ed.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.
- Araman, E. M. O., & Batista, I. L. (2008, novembro). A construção de mapas conceituais para a aprendizagem de ciências nas séries iniciais do ensino fundamental. *Atas do Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*, Canela, RS, 2.
- Arantes, G. (1993). *Planeta água*. Warner Music Brasil, 1 CD. Geração POP. Faixa 2 (5 min: 52s).
- Arroyo, E. A. (2004, September). Desarrollo de mapas conceptuales con niños de kinder y primer grado. *Proceedings of the International Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain, 1.
- Ausubel, D. P. (1963). *The psychology of meaningful verbal learning*. New York: Grune and Stratton.
- Ausubel, D. P. (1965). A cognitive structure view of word and concept meaning. In R. C. Anderson & D. P. Ausubel (Eds.), *Readings in the Psychology of Cognition*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (1968). *Educational psychology: a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: una perspectiva cognitiva* (G. S. Barberán, Trad.). Barcelona: Paidós. (Obra original publicada em 2000).
- Ausubel, D. P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1978). *Educational psychology: a cognitive view* (2a ed.). New York: Holt, Rinehart and Winston.
- Ausubel, D. P., Novak, J.D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia educacional* (2a ed., E. Nick, H. B. C. Rodrigues, L. Peotta, M.A. Fontes, & M. G. R. Maron, Trad.). Rio de Janeiro: Interamericana. (Obra original publicada em 1978).
- Bacci, D. C., & Pataca, E. M. (2008). Educação para a água. *Estudos Avançados*, 22(63), 211-226.
- Bachelard, G. (1971). *A epistemologia*. Lisboa: Edições 70.
- Bachelard, G. (1976). *A formação do espírito científico* (E. dos S. Abreu, Trad.). Rio de Janeiro: Contraponto. (Obra original publicada em 1938).

- Bachelard, G. (1991). *A filosofia do não: filosofia do novo espírito científico* (5a ed., J.J. M. Ramos, Trad.). Lisboa: Editorial Presença. (Obra original publicada em 1934).
- Ballester, A. (Org.). (2002). *El aprendizaje significativo en la práctica: como hacer el aprendizaje significativo en el aula*. Recuperado de http://www.aprendizajesignificativo.es/mats/El_aprendizaje_significativo_en_la_practica.pdf.
- Beirute, L., Brenes, M., Cortés, G., García, S., & Meza, A. (2006, september). La construcción de mapas conceptuales en edad preescolar. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica, 2.
- Berionni, A., & Baldoni, M. O. (2004, September). The words of science: the construction of science knowledge using concept maps in Italian primary school. *Proceedings of the Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain, 1.
- Birbili, M. (2006). Mapping knowledge: concept maps in early childhood education. *Early Childhood Research & Practice*, 8(2).
- Bogden, C. H. (1977). The use of concept mapping as a possible strategy for instructional design and evaluation in college genetics (Master's dissertation). Cornell University, Department of Education, Ithaca, NY, USA.
- Bogdan, R. C., & Biklen, S. K. (1994). *Investigação qualitativa em educação*. Porto: Porto Editora.
- Branco, S. M. (2003). *Solos: a base da vida terrestre*. São Paulo: Moderna.
- Brenes, J., Coto, A. S., Hurtado, G., Rivera, I., Rodriguez, W., & Vázquez, C. (2006, September). La utilización de mapas conceptuales como estrategia didáctica para la construcción y organización del pensamiento en edad preescolar. *Proceedings of the Conference International on Concept Mapping*, San José, Costa Rica, 2.
- Brody, M. J., & Koch, H. (1986). An assessment of 4th, 8th, and 11th grade students' knowledge related to marine science and natural resource issues. *Maine University, College of Education, Research/Technical reports* (143).
- Cabani, M. L. P. (1999). Los mapas conceptuales en el parvulario: un proceso de toma de decisiones. *Aula de Innovación Educativa*, (78), 54-57.
- Cardemone, P. (1975). Concept mapping: a technique of analyzing a discipline and its use in the curriculum and instruction in a Portion of a College Level Mathematics Skills Course. *Master's Dissertation*. Cornell University, Department of Education, Ithaca, NY, USA.
- Cardozo, S. M. S., & Oaigen, E. R. (2007, novembro/dezembro). O uso de mapas conceituais nos anos iniciais do ensino fundamental em escolas municipais em Boa Vista-RR. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil, 6.

Camargo, O. A. de (1998). Estado mínimo (...e mingüado) e sustentabilidade. In: Desenvolvimento sustentável: um desafio para a ciência. *Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 23(2), 16-17.

Cassata, A. E., & French, L. (2006, September). Using concept mapping to facilitate metacognitive control in preschool children. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica, 2.

Cesarina, M. (2006, September). Learning while having fun conceptualization itineraries in kindergarten children experiences within C maps in Italian school. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica, 2.

Cesarina, M. (2008, September). Motivation and learning – kindergarten children experiences with C-maps in an Italian school. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 3.

Conceição, L., & Valadares, J. (2002). Mapas conceituais progressivos como suporte de uma estratégia construtivista de aprendizagem de conceitos mecânicos por alunos do 9º ano de escolaridade – que resultados e que atitudes? *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 2(2), 21-35.

Costa, A. (2006a). *Ciências e interação* (Vol. 6). Curitiba: Positivo.

Cruz, D. (2004b). *Ciências e educação ambiental: o meio ambiente* (5ª série, 2a ed.). São Paulo: Ática.

Delizoicov, D., & Angotti, J.A. (1994). *Metodologia do ensino de ciências*. São Paulo: Cortez.

Dominguez, J., & Negrin, M. A. (1998, August). Soil science education: mechanistic vs. holistic paradigm. In *World Congress of Soil Science*, 16, Montpellier, 1998. Proceedings. Montpellier, International Union of Soil Sciences, 1998. Symposium 44. Disponível em: <http://natres.psu.ac.th/Link/SoilCongress/en/symt44.htm>

Edwards, J., & Fraser, K. (1983). Concept maps as reflectors of conceptual understanding. *Research in Science Education*, 13, 19-26.

Educação alimentar e nutricional (2001). Cap 3. *Cartilha da Nutrição Fome Zero*. São Paulo: Globo, p.7.

Eisner, E. W. (1998). *The enlightened eye: qualitative inquiry and the enhancement of educational practice*. Upper Saddle River, N.J.: Merrill.

Escaño, J., & de La Serna, M. L. G. (1993). El mapa conceptual: un recurso para el alumno y el profesor. *Aula de Innovación Educativa*, 14, 77-83.

Erickson, F. (1986). Qualitative methods in research on teaching. In M.C. Wittrock (Ed.). *Handbook of Research on Teaching* (3rd ed., pp. 119-161). New York: Macmillan.

Figueiredo, M., Lopes, A. S., Firmino, R., & Sousa, S. (2004, September). "Things we know about the cow": concept mapping in a preschool setting. *Proceedings of the Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain, 1.

Gallenstein, N. L. (2005). Never too young for a concept map. *Science and children*, 43(1), 44-47.

Gonçalves, P. R. (2002). Conheça os mamíferos típicos da caatinga, no Nordeste brasileiro! *In Ciências Hoje das Crianças*, nº 124, maio.

Gomez, G. (2006, September). An authoring concept mapping kit for the early childhood classroom. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica, 2.

González, F. M., & Novak, J. D. (1996). *Aprendizaje significativo: técnicas y aplicaciones* (2a ed.). Madrid: Ediciones Pedagógicas.

González, F. M., & Iraizoz, N. (2001). Los mapas conceptuales y el aprendizaje significativo. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales*, (28) 39-51.

Gowin, D. B. (1981). *Educating*. Ithaca, NY: Cornell University Press.

Gurley, L. I. (1982). Use of Gowin's vee and concept mapping strategies to teach responsibility for learning in high school biological sciences (Doctoral Thesis). Cornell University, Ithaca, NY, USA.

Hatum, I. S., Zecchini, M. V., Fushimi, M., & Nunes, J. O. R. (2008). *Trilhando pelos solos, aprendizagem e conservação do solo*.

<http://www.unesp.br/prograd/ENNEP/Trabalhos%20em%20pdf%20%20Encontro%20de%20Ensino/T2.pdf> Acesso em: 15 de dezembro de 2008.

Heinze-Fry J. A. (1992). Using student self-assessment of biological concepts in an introductory biology course. *Journal of College in Science Teaching*, (22), 39-43.

Hunter, J., Monroe-Ossi, H., & Fountain, C. (2008, September). Young florida naturalists: concept mapping and science learning of preschool children. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 3.

Hunter, J., Whery, S., & Mc Lomore, B. (2010, October). Concept mapping for planning and instruction in a childcare setting. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Viña del Mar, Chile, 4.

Iraizoz, N., & González, F. M. (2003). *El mapa conceptual: un instrumento apropiado para comprender textos expositivos*. Navarra: Departamento de Educación.

Isern, M. F. (1999). Los mapas conceptuales en el parvulario: descripción de una experiencia. *Aula de Innovación Educativa*, (78), 73-74.

- Jiménez, O., Alonso, J., & Machado, J. A (1996). *En primaria, aprender a aprender: aprender a elaborar mapas conceptuales*. Madrid: Visor.
- Jiménez, S. M. G. (2006). Los mapas conceptuales en educación infantil. *Revista Digital "Investigación y Educación"*, 2(25).
- Kinigstein, J. (1981). A conceptual approach to planning and environmental educational curriculum (Master's Dissertation). Cornell University, Ithaca, NY, USA.
- Krasilchick, M. (1987). *O professor e o currículo das ciências*. São Paulo: EPU.
- Lacueva, A., Imbernón, F., & Llobera, R. (2004). Los peces: una unidad didáctica en una escuela "diferente". *Revista de Investigación y Evaluación Educativa*, 10(2).
- Lecea, M. B. (2008, September). Using concept maps to help 3 year old children to adapt to the environment. *Proceedings of the Conference International on Concept Mapping, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland*, 3.
- Lei n. 6.684, 03 de setembro de 1979*. (1979). Regulamenta as profissões de Biólogo e Biomédico, cria o Conselho Federal e Regionais de Biologia e Biomedicina e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, 04 set. 1979.
- Lei n. 9.394, de 20 de dezembro de 1996*. (1996). Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Diário Oficial da União, Brasília, 23 dez. 1996.
- Lei n. 11.274, de 6 de fevereiro de 2006*. (2006). Altera a redação dos arts. 29, 30, 32 e 87 da Lei no. 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, dispondo sobre a duração de nove anos para o ensino fundamental, com matrícula obrigatória a partir dos seis anos de idade. Diário Oficial da União, Brasília, 07 fev. 2006.
- Lemos, E. S. (2008). El apredizaje significativo y la formación inicial de profesores de Ciencias y Biología. *Tesis Doctoral*, Universidade de Burgos (UBU). Departamento de Didácticas Específicas, Burgos, Espanha.
- Lemos, E. S., Moreira, M. A., & Mendonça, C. A. S. (2008, September). Learning with concept map: an analysis of a teaching experience on the topic of reptiles with 15-year-old students at a secondary school. *Conference International on Concepting Mapping, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland*, 3.
- Lepsch, I. F. (2002). *Formação e conservação dos solos*. São Paulo: Oficina de Textos.
- Ling, Y., & Boo, H. K. (2007). Concept mapping and pupil's learning in primary science in Singapore. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, v.8, Issue 2, Article 11.
- Lisboa, H. (1996). *Poesia fora da estante*. Porto Alegre: Projeto.

- López-Goñi, I., & Zufiaurre, I. A. (2004, September). Enseñanza y aprendizaje de los mapas conceptuales con alumnado de primer ciclo de educación primaria. *Proceedings of the Conference on Concept Mapping*, Pamplona, Spain, 1.
- Lopez-Goñi, I., & Aldaz, I. (2006). Ordenando los procedimientos: enseñanza y aprendizaje de los mapas conceptuales. *Aula de Innovación Educativa*, (15), 153-154.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (1986). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas* (9a ed.). São Paulo: EPU.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2001). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas* (6a ed.). São Paulo: EPU.
- Mader, S. S. (1998). *Biology*. (6a ed.). New York: WCB/McGraw-Hill.
- Mancinelli, C., Gentili, M., Priori, G., & Valitutti, G. (2004, September). Concept maps in kindergarten. *Proceedings of the Conference on Concept Mapping*. Pamplona, Spain, 1.
- Martins, R. P. (2006). Uma biologia autónoma. *Ciência Hoje*, 39(229), 75-77.
- Masini, E. F. S., & Moreira, M. A. (2008). *Aprendizagem significativa: condições para ocorrência e lacunas que levam a comprometimentos*. São Paulo: Vetor.
- Massoni, N. T. (2005). *Epistemologias do século XX*. (Textos de apoio ao professor de física, vol. 16, n. 3). Porto Alegre: UFRGS/Instituto de Física.
- Massoni, N. T., & Moreira, M. A. (2006). Um exemplo de metodologia qualitativa na investigação educativa em ciências. *Actas del PIDEAC*, 8, 43-99.
- Mayr, E. (2005). *Biologia, ciência única: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica* (M. Leite, Trad.). São Paulo: Companhia das Letras. (Obra original publicada em 2004).
- Mayr, E. (2008). *Isto é Biologia: a ciência do mundo vivo* (C. Angelo, Trad.). São Paulo: Companhia das Letras. (Obra original publicada em 1997).
- Mendonça, C. A. S., Silva, A. M., & Palmero, M. R. (2007). Uma experiência com mapas conceituais na educação fundamental em uma escola pública municipal. *Experiências em Ensino de Ciências*, 2(2), 37-56.
- Mendonça, C. A. S., Moreira, M. A., & Palmero, M. L. R. (2008, novembro). Avaliando por meio de mapas conceituais o conhecimento de alunos do ensino básico em um tópico de ciências: relato de experiência. *Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*, Canela, RS, Brasil, 2.
- Mendonça, C. A. S., Lemos, E. S., & Moreira, M. A. (2009, septiembre). Mapas conceituais e o ensino do tema “Água” em uma classe multisseriada de séries iniciais do ensino fundamental. *Encuentro Iberoamericano sobre Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, Universidad de Burgos, España, 3.

Mendonça, C. A. S., & Moreira, M. A. (2010, julho). Levantamento preliminar de pesquisas sobre mapas conceituais em ciências naturais na educação básica: do pré-escolar ao segundo ciclo. *Encontro Internacional de Aprendizagem Significativa / Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa*. Universidade Bandeirante de São Paulo, SP, Brasil, 6/3.

Mendonça, C. A. S., & Moreira, M. A. (2010, outubro). El uso del mapa conceptual para evaluar el aprendizaje significativo de conceptos sobre los mamíferos con alumnos de sexto año de la enseñanza fundamental. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Viña del Mar, Chile, 4.

Mendonça, C. A. S., & Silveira, F. R. A. (2011, setembro/outubro). O uso de mapa conceitual progressivo como recurso facilitador de aprendizagem do tema Sistema Respiratório na 7^a série do ensino fundamental. *XVI Encontro Nacional de educação em Ciências: Educação em Ciências para o Trabalho, o lazer e a Cidadania*. Instituto de Educação, Universidade do Minho, Portugal, 16.

Mendonça, C. A. S., & Silveira, F. R. A. (2011). Mapa conceitual: um recurso didático para o ensino dos conceitos sobre Sistema Respiratório. *VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias*, Unicamp, Campinas, São Paulo, 8/1.

Mérida, R. S. (2002). Una nueva forma de trabajar en educación infantil: los mapas preconceptuales. *C & E: Cultura y Educación*, 14(1), 99-123.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (1997). Meaningful learning in science: The human constructivist perspective. In: G. D. Phye (Ed.), *Handbook of academic learning*. Orlando, FL: Academic Press.

Mintzes, J. J., Wandersee, J. H., & Novak, J. D. (2000). *Ensinando ciências para a compreensão: uma visão construtivista* (R. Clemente, Trad.). Lisboa: Plátamo. (Obra original publicada em 1998).

Mitchell, P. D., & Taylor, S. G. (1991). Concept mapping as an aid to computer mediated conversation: An application of conversation theory. *Paper presented to Association for Educational Communications and Technology*, Orlando, FL.

Moreira, M. A. (1977). An ausubelian approach to physics instruction: An experiment in an introductory college course in electromagnetism. *PhD Thesis*, Cornell University.

Moreira, M. A. (1980). Mapas conceituais como instrumentos para promover a diferenciação conceitual progressiva e reconciliação integrativa. *Ciência e Cultura*, 4(32), 474-479.

Moreira, M. A. (1983). *Uma abordagem cognoscitiva ao ensino de Física*. Porto Alegre: Editora da Universidade.

Moreira, M. A. (1986). Mapas conceituais. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 3(1), 17-25.

- Moreira, M. A. (1990). *Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do Vê epistemológico de Gowin*. São Paulo: EPU.
- Moreira, M. A. (1992). *Mapas conceituais no ensino de Física*. (Textos de apoio ao professor de Física, n. 3). Porto Alegre: UFRGS/Instituto de Física.
- Moreira, M. A. (1997). Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. In M. A. Moreira, C. C. Sahelices, & M. L. Rodríguez Palmero (Orgs.), *II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo*. Actas del II Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo (pp. 19-44). España: Universidad de Burgos.
- Moreira, M. A. (1998). Mapas conceituais e aprendizagem significativa. *Caderno de Aplicação*, 11(2).
- Moreira, M.A. (1999a). *Aprendizagem significativa*. Brasília: UnB.
- Moreira, M. A. (1999b). *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: EPU.
- Moreira, M. A. (2000a). *Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2000b). *Aprendizaje significativo: teoría y práctica*. Madrid: VISOR.
- Moreira, M. A. (2003). *Aprendizaje significativo: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras*. Porto Alegre: UFRGS.
- Moreira, M. A. (2005). Mapas conceptuales y aprendizaje significativo en ciencias. *Revista Chilena de Educación Científica*, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, 4(2).
- Moreira, M. A. (2006a). *Mapas conceituais e diagramas V*. Porto Alegre: Autor.
- Moreira, M. A. (2006b). *A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Moreira, M. A. (2006). *Breve introdução às epistemologias de Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, Bachelard, Toulmin, Feyerabend e Maturana*. (Texto de Apoio n. 27). Porto Alegre: UFRGS/Instituto de Física.
- Moreira, M.A. (2010a). *Mapas conceituais e aprendizagem significativa*. São Paulo: Centauro.
- Moreira, M. A. (2010b). *Texto de apoio preparado para a disciplina Epistemologia e Ensino de Física*. Porto Alegre: UFRGS/ Instituto de Física, 2010.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. (1982). *Aprendizagem significativa: a teoria da aprendizagem de David Ausubel*. São Paulo: Moraes.
- Moreira, M. A., & Buchewitz, B. (1993). *Novas estratégias de ensino e aprendizagem: os mapas conceituais e o vê epistemológico*. Lisboa: Plátano.

Moreira, M. A., & Silveira, F. L. (1993). *Instrumentos de pesquisa em ensino e aprendizagem*. Porto Alegre: EDIPUCRS.

Moreira, M. A., & Caballero, C. (Eds.). (1999). *Actas del PIDECA: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos (Vol. 1)*. Porto Alegre: UFRGS.

Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (2001). *Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel*. São Paulo: Centauro.

Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (2008). *Aprendizagem significativa: a teoria de Ausubel*. São Paulo: Centauro.

Muggler, C. C., Almeida, S., Mol, M. J. L., Franco, P. R. C., & Monteiro, D. E. J. (2004). Solos e educação ambiental: experiência com alunos do ensino fundamental na zona rural de Viçosa, MG. In: *Anais do 2º Congresso Brasileiro de Extensão Universitária*. Belo Horizonte, MG.

Nesbit, J. C., & Adesope, O. O. (2006). Learning with concept and knowledge maps: a meta-analysis. *Review of Educational Research*, 76(3), 413-448.

Novak, J. D. (1982). *Teoría y práctica de la educación*. España: Alianza.

Novak, J. D., Gowin, D. B., & Johansen, G. T. (1983). The use of concept mapping and knowledge vee mapping with junior high school science students. *Science Education*, 67(5), 625-45.

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, UK: Cambridge University Press.

Novak, J. D. (1985). *Teoría y práctica de la educación* (2a ed., C. del B. & C. González, Trad.). Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada em 1977).

Novak, J. D., & Wandersee, J. H. (1990). Perspectives on concept mapping. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(10), 921-1075.

Novak, J. D., & Musonda, D. (1991). A twelve year longitudinal study of science concept learning. *American Educational Research Journal*, 28(1), 117-153.

Novak, J. D. (1998). *Conocimiento y aprendizaje. Los mapas conceptuales como herramientas facilitadoras para escuelas y empresas* (C. González, Trad.). Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada em 1998).

Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1999). *Aprender a aprender* (2a. ed., C. Valadares, Trad.). Lisboa: Plátamo Editora. (Obra original publicada em 1984).

Novak, J. D. (2000). *Aprender a criar e utilizar o conhecimento: mapas conceptuais como ferramenta de facilitação nas escolas e empresas* (A. Rabaça & J. Valadares, Trad.). Lisboa: Paralelo Editora. (Obra original publicada em 1998).

- Novak, J. D., García, F. M. G., & Arroyo, C. M. (2001). *Errores conceptuales: diagnosis, tratamiento y reflexiones*. Espanha: Ediciones Eunate.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2010, Octubre). The univarsality and ubiquitousness of concept maps. In Proceedings of the Fourth International Conference on Concept Mapping. Viña del Mar, Chile – Santiago de Chile: Universidad de Chile. 1,1-13.
- Oliveira, M. F. C., & Rodrigues, T. C. R. S. (2003). Mapas conceituais na construção lógica do conhecimento com crianças de 1^a a 4^a série. *Perspectivas*, 3(6), 133-182.
- Orr, R. T. (1986). *Biología dos vertebrados* (5a ed., D. Eney, M. Christina de Oliveira Viana, & M. Eugênia de Oliveira Viana, Trad.). São Paulo: Roca. (Obra original publicada em 1961).
- Ontoria, P. A. (1999). Experiencia de iniciación en los mapas conceptuales en educación primaria. *Aula de Innovación Educativa*, (78), 75-76.
- Ontoria, A., Ballesteros, A., Cuevas, C., Giraldo, L., Martín, I; Molina, A., Rodríguez, A., & Vélez, U. (1993). *Mapas conceptuales: una técnica para aprender* (2a ed.). Madrid: Narcea.
- Ontoria Peña, A., & Molina Rubio, A. (1999). Los mapas conceptuales en educación primaria. *Aula de Innovación Educativa*, (78), 58-61.
- Ontoria Peña, A., Pastor, A. B., Buenadicha, I. M., Molina Rubio, A., Moyas, C. C., Ramírez, U. V., & Tapiz, A. R. (2005). *Mapas conceituais: uma técnica para aprender*. (M. Rosado-Nunes & T. Gamer, Trads.). España: Loyola.
- Ortega, R., Romera, E. M., Serrano, R. M., & Monks, C. (2009). Actividad e interacción entre iguales: explorando el mapping como instrument de observación en aulas de educación infantile. *Infancia y Aprendizaje*, 32(3), 405-420.
- O sopro da vida. (2006). In C. Williams & N. LeBrun (Dirs.), *Atlas do Corpo Humano* [DVD], (Disco 1, Episódio 1). Discovery, Home & Health.
- Palmero, M. L. R. (2004). La teoría de aprendizaje significativo. In A. J. Cañas, J. D. Novak, F. M. González (Orgs.), *Proceedings of the First International Conference on Concept Mapping: vol. 1*. Concept Maps: Theory, Methodology, Technology (pp. 535-544). España: Universidad Pública de Navarra.
- Palmero, M. L. R., Moreira, M. A., Sahelices, M. C. C., & Greca, I. M. (2008). *La teoría del aprendizaje significativo en la perspectiva de la psicología cognitiva*. Barcelona: Octaedro.
- Parecer CFE n. 325/62*. (1962). Estabelece o currículo mínimo de História Natural para formação de professores de 3º grau, de Ciências Físicas e Biológicas no 1º grau e Biologia no 2º grau.
- Parecer CNE/CES n. 1.302, de 06 de novembro de 2001*. (2001). Estabelece as diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília: CNE/CES.

- Pearsall, N. R., Skipper, J. E. J., & Mintzes, J. J. (1997). Knowledge restructuring in the life sciences: a longitudinal study of conceptual change in biology. *Science Education*, 81(2), 193-215.
- Pearson, M., & Somekh, B. (2003). Concept-mapping as a research tool: a study of primary children's representations of information and communication technologies (ICT). *Education and Information Technologies*, 8(1), 5-22.
- Pereira, M. L. (1998). *Métodos e técnicas para o ensino de ciências*. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB.
- Pereira, M. G., & Amorin, A. C. R. (Orgs.). (2008). *Ensino de biologia: fios e desafios na construção de saberes*. João Pessoa: Editora Universitária da UFPB.
- Postman, N., & Weingartner, C. (1969). *Teaching as a subversive activity*. New York: Dell Publishing Co.
- Resolução CNE/CES n. 7, de 11 de março de 2002*. (2002). Estabelece as diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas. Brasília: CNE/CES.
- Rosa, A. C. S. (2008). Classes multisseriadas: desafios e possibilidades. *Educação & Linguagem*, 11(18), 222-237.
- Roth, W.M. (1992/1993). Concept mapping in primary science. *Prime Areas*, 35(3), 35-39.
- Ruellan, A. (1988). Contribuição de pesquisas em zona tropical ao desenvolvimento da Ciência do Solo. *Anais do Congresso Brasileiro de Ciências do Solo*, Campinas, SP, Brasil, 21, 69-74.
- Ruiz-Primo, M. A., & Shavelson, R. J. (1996). Problems and issues in the use of concept maps in science assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569-600.
- Schmid, R.F., & Telaro, G. (1990). Concept mapping as an instructional strategy for high school Biology. [Electronic version]. *Journal of Education Research*, 84(2), 78-85.
- Secretaria de Educação Fundamental. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais (1ª a 4ª série): ciências naturais*. Brasília: MEC/SEF.
- Secretaria de Educação Fundamental. (1997) *Parâmetros curriculares nacionais (1ª a 4ª série): introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Brasília: MEC/SEF.
- Secretaria de Educação Fundamental. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais (5ª a 8ª séries): ciências naturais*. Brasília: MEC /SEF.
- Serrano, R. M. (2003). Los mapas preconceptuales como estrategia de aprendizaje cooperativo en educación infantil. *Revista de Educación*, (331), 421-441.

- Serrano, G. P. (2004). *Investigación cualitativa: retos e interrogantes* (4a ed.). Madrid: La Muralla.
- Stenhouse, L. (1991). *Investigación y desarrollo del curriculum* (3a ed.). Madrid: Ediciones Morata.
- Silva, M. R. M., & Geller, M. (2007, novembro/dezembro). O uso de mapas conceituais com crianças: instrumento para aprendizagem de ciências. *Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*. Florianópolis, SC, Brasil, 6.
- Siqueira, M. C., Freitas, M., & Leite, L. (1985). The use of concept mapping with elementary school children. *Symposium on the Implication of Cognitive Science for the Education of Science Teachers*, West-Germany.
- Staver, J. H., & Bay, M. (1989). Analysis of the conceptual structure and reasoning demands of elementary science texts at the primary (K-3) level. *Journal of Research in Science Teaching*, 26(4), 329-349.
- Stice, C. F., & Alvarez, M. C. (1986). Hierarchical concept mapping: young children learning how to learn (a viable heuristic for the primary grades). *Reports Research/Technical*, Tennessee State University, Nashville. ERIC document reproduction service, ED274946.
- Stow, W. (1997). Concept mapping, a tool for self-assessment. *Primary Science Review*, (49), 54-57.
- Symington, D., & Novak, J. D. (1982). Teaching children how to learn. *Educational Magazine*, 39(5), 13-16.
- Taylor, S. & Bogdan, R. (1986), *Introducción a los métodos cualitativos de la Investigación*. Buenos Aires: Paidós.
- Trebol, F. U., & Zangozako, C. I. (2004, September). Aplicaciones didácticas de los mapas conceptuales en un centro educativo. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Pamplona, Spain, 1.
- Trowbridge, J. E. (1995). *Gulf literacy: a marine science-based model of scientific literacy* (Doctoral Thesis). Louisiana State University, Baton Rouge, LA, USA.
- Trowbridge, J. E., & Wandersee, J. (1994). Identifying critical junctures in a college course on evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, 31, 459-473.
- Trowbridge, J. E., & Wandersee, J. H. (2000). Observation rubrics for science assessment. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee, & J. D. Novak (Eds.), *Teaching Assessment for understanding*. New York: Academic Press.
- Thonsom, C. J. (1997). Concept mapping as a means of evaluating primary school technology programmes. *International Journal of Technology and Design Education*, 7 (1-2), 97-110.

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana 1: el uso colectivo y la evolución de los conceptos* (N. Míguez, Trad.). Madrid: Alianza Editorial. (Obra original publicada em 1972).

Vallés, A. (1994). *Mapas conceptuales: programa para su aprendizaje*. Alicante: Disgrafos.

Valadares, J. A., & Moreira, M. A. (2010). *Aprendizagem significativa*. Porto: Almedina.

Vanher, J. (2008, September). Concept mapping, vee heurisits and the learning process: towards a meta-learning experience. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 3.

Vanides, J., Yin, Y., Tomita, M., & Ruiz-Primo, M. A. (2005). Using concept maps in the science classroom. *Science Scope*, 28(8), 27-31.

Wandersee, J. H. (1985). Can the history of science help science educators anticipate student's misconceptions? *Journal of Research in Science Teaching*, 23(7), 581-597.

Wandersee, J. H. (1992). *A standard format for concept maps* (Ensaio apresentado na convenção nacional da Associação Nacional de Professores de Ciência). Boston, MA.

Wilson, D. E., & Reeder, D.M. (Eds.). (2005). *Mammal species of the world: a taxonomic and geographic reference* (2 vols., 3a ed.). Baltimore: Johns Hopkins University Press.

Wehrey, S., Alginaz, J., Hunter, J., & Monroe-Ossi, H. (2008, September). Using concept maps transcribed from interviews to quantify the structure of preschool children's knowledge about plants. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, Tallinn, Estonia & Helsinki, Finland, 3.

Vega, D. R. (2006, september). Aprendiendo una metodología para la introducción de mapas conceptuales en la enseñanza primaria: apoyados con la tecnología. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica 2.

Venditti, P., & Sabba, C. (2006, September). Teaching concept mapping to children in very difficult circumstances: an experience. *Proceedings of the Conference International on Concepting Mapping*, San José, Costa Rica, 2.

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. New York: Wiley.

Yin, R. K. (2005). *O estudo de caso: planejamento e métodos* (3a ed., D. Grassi, Trad.) Porto Alegre: Bookman. (Obra original publicada em 1984).

APÊNDICE: TABELAS

Nota geral: Nas tabelas, optou-se por trabalhar apenas com números inteiros. O sinal (-) indica que o dado não existe. Quando o dado existe, mas é inferior ou igual a 0,5, está registrado o valor “0” (isto ocorreu no caso de médias aritméticas).

Tabela 40

Estruturas encontradas nos mapas MCI, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

ID	TC	Ligações							NH		Relações entre Conceitos										R CZ	EH		
		TL	LA	Conectores							VT	HZ	Um conceito ligado a...											
				Único			EP	FR	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10				
				V	AT	PN																		
A1	9	8	-	-	-	-	4	5	4	5	6	2	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-
A2	5	4	1	2	-	-	1	-	3	4	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A'1	10	9	-	3	1	1	3	1	10	3	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A'2	12	11	-	2	3	-	6	-	5	5	5	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
A'3	11	10	6	1	-	-	3	-	8	5	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
T	47	42	7	8	4	1	17	6	30	22	27	15	1	2	-	1	-	-	-	1	-	-	2	2
MA	9	8	1	2	1	0	3	1	6	4	5	3	0	0	-	0	-	-	-	0	-	-	0	0

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PN = Pronome; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; T = Total; MA = Média Aritmética.

Tabela 41

Estruturas encontradas nos mapas MCII, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

ID	TC	Ligações									NH		Relações entre Conceitos ^a															R CZ	EH
		TL	LA	Conectores					EP	FR			VT	HZ	Um conceito ligado a...														
				Único							1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	15				
				V	AD	PN	CJ	EX																					
A1	10	10	1	2	1	1	1	-	4	-	7	4	3	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
A2	5	5	-	-	-	-	-	-	3	1	2	4	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A'1	16	15	-	-	-	-	-	2	9	4	10	5	9	4	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
A'2	17	15	1	-	-	-	-	-	10	4	9	6	15	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
A'3	13	12	-	1	-	-	-	-	9	2	8	4	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	
T	61	57	2	3	1	1	1	2	35	11	36	23	43	9	4	2	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1	1	3	
MA	12	11	0	1	0	0	0	0	7	2	7	5	9	2	1	0	-	-	-	-	-	-	0	-	0	0	0	0	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AD = Advérbio; PN = Pronome; CJ = Conjunção; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; T = Total; MA = Média Aritmética.

^a Não ocorreram relações de 1 X 13 e 1 X 14 conceitos.

Tabela 42

Estruturas encontradas nos mapas MCIII, Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, cinco alunos

ID	TC	Ligações							NH		Relações entre Conceitos ^a													R CZ	EH
		TL	LA	Conectores							EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...										
				Único			1	2	3	4					5	6	7	8	9	10	12	13			
				V	CJ	CT																			
A1	10	9	-	1	1	-	5	2	5	6	7	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1
A2	4	3	2	-	-	1	-	-	2	3	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
A'1	13	14	3	1	-	-	4	5	8	5	10	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
A'2	17	16	-	3	-	-	5	8	8	5	13	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
A'3	14	13	-	2	-	-	6	6	8	6	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
T	58	55	5	7	1	1	20	21	31	25	45	9	1	-	-	-	1	-	-	1	1	1	-	4	
MA	12	11	1	1	0	0	4	4	6	5	9	2	0	-	-	-	0	-	-	0	0	0	-	1	

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; CJ = Conjunção; CT = Conceito; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; T = Total; MA = Média Aritmética.

^a Não ocorreram relações de 1 X 11 conceitos.

Tabela 43

Média geral das estruturas encontradas nos três mapas (MC I, II e III), Estudo 1 (3ª e 4ª séries), tema Água, 5 alunos

MC	Média Aritmética																								R CZ	EH		
	TC	Ligações											NH		Relações entre Conceitos ^a													
		TL	LA	Conectores											EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...									
				Único						1	2	3	4	6					7	10	12	13	15					
				V	AT	PN	AD	CJ	CT															EX				
I	9	8	1	2	1	0	-	-	-	-	3	1	6	4	5	3	0	0	0	-	0	-	-	-	-	0		
II	12	11	0	1	-	0	0	0	-	0	7	2	7	5	9	2	1	0	-	-	0	0	-	0	0	1		
III	12	11	1	1	-	-	-	0	0	-	4	4	6	5	9	2	0	-	-	0	0	0	0	-	-	1		
MG	11	10	1	1	0	0	0	0	0	0	5	2	6	5	8	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1		

Nota. MC = Mapa Conceitual; MCI = Mapa Conceitual antes do conteúdo; MCII = Mapa Conceitual durante o conteúdo; MCIII = Mapa Conceitual depois do conteúdo; MG = Média Geral dos três mapas; C = Total de Conceitos; L = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PN = Pronome; AD = Advérbio; CJ = Conjunção; CT = Conceito; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica.

^a Não ocorreram relações de 1 X 5, 1 X 8, 1 X 9, 1 X 11 e 1 X 14 conceitos.

Tabela 44

Resultado do pré-teste, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																							
	1				2				3				4				5A				5B			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
S1	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	
S2	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	
S3	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	
S4	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	
S5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S7	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	
S8	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	
S9	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	
S10	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	
S11	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S12	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	
S13	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S14	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	
S15	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
S16	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	
Σ	8	8	-	-	5	9	2	-	1	9	6	-	3	3	10	-	3	10	3	-	9	5	-	2
Σ/T %^a	50	50	-	-	31	56	13	-	6	56	38	-	19	19	62	-	19	62	19	-	56	31	-	13

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 45

Resultado do pós-teste, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																							
	1				2				3				4				5A				5B			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
S1	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S2	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
S3	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	
S4	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
S5	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	
S6	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
S7	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
S8	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	
S9	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	
S10	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	
S11	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S12	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	-	
S13	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	
S14	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
S15	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	
S16	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	
Σ	9	6	1	-	16	-	-	-	12	3	-	1	10	1	3	2	14	2	-	-	5	5	1	
Σ/T %^a	56	37	6	-	100	-	-	-	75	19	-	6	62	6	19	13	87	13	-	-	31	31	31	

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 46

Resultado da avaliação final, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
S1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S2	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S3	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S4	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S5	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S6	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S7	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
S8	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S9	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S10	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S11	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S12	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
S13	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
S14	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
S15	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
S16	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-
Σ	16	-	-	-	16	-	-	-	15	1	-	-	7	1	5	3	16	-	-	-
Σ/T %^a	100	-	-	-	100	-	-	-	94	6	-	-	44	6	31	19	100	-	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 47

Estruturas encontradas nos mapas MCI, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos											R CZ	E H
		TL	LA	Conectores										VT	HZ	Um conceito ligado a...										
				Único						EP	FR	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10	11		
				V	AT	CJ	PP	AD	EX																	
S1	15	14	-	6	-	-	-	-	-	5	4	6	5	9	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
S2	12	11	-	-	-	-	-	-	-	7	4	5	4	10	0	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1
S3	14	13	-	3	-	-	-	-	-	10	0	5	6	10	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
S4	12	12	-	4	-	-	-	-	-	4	4	5	4	8	3	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1
S5	13	12	-	-	6	-	-	-	-	-	6	5	4	8	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
S6	13	12	-	-	-	-	-	-	-	12	-	8	5	10	-	1	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
S7	14	14	-	2	-	-	-	-	-	4	8	6	4	9	3	-	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1
S8	10	10	2	2	-	1	-	1	-	3	3	5	5	7	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1
S9	13	13	-	-	-	-	3	-	-	8	2	9	5	4	8	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	1
S10	15	14	-	2	-	-	-	-	-	3	10	10	4	6	8	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
S11	13	14	-	3	-	-	3	-	-	4	4	6	6	6	4	1	1	-	-	1	-	-	-	-	3	1
S12	11	10	-	4	-	-	-	-	-	4	2	6	4	6	4	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
S13	15	14	3	3	2	-	2	-	1	5	1	6	6	7	5	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1	1
S14	14	14	-	2	1	-	1	-	3	7	-	9	6	5	7	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
S15	10	9	2	3	-	-	-	-	1	5	-	6	5	5	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
S16	12	11	-	2	-	-	-	-	-	5	5	6	5	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
T	206	197	7	36	9	1	9	1	5	86	53	103	78	121	53	7	4	5	2	4	2	-	3	1	7	16
MA	13	12	0	2	1	0	1	0	0	5	3	6	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; CJ = Conjunção; PP = Preposição; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 48

Estruturas encontradas nos mapas MCII, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

AD	TC	Ligações									NH		Relações entre Conceitos										R CZ	EH	
		TL	LA	Conectores									EP	FR	Um conceito ligado a...										
				Único					VT	HZ	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10			
				V	AT	CJ	PP	EX																	
S1	17	20	-	5	-	-	-	-	10	5	5	5	6	10	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1
S2	17	16	-	-	-	1	-	3	12	3	9	6	10	6	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1
S3	16	17	-	-	-	-	-	-	7	10	8	6	8	6	1	1	-	-	1	-	-	-	-	2	1
S4	14	13	-	6	-	-	-	2	4	4	7	4	4	8	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1
S5	18	19	-	-	-	6	-	-	9	4	6	6	7	10	-	5	-	1	-	-	-	-	-	1	1
S6	13	12	-	6	-	-	-	-	6	-	7	4	7	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
S7	16	16	-	3	-	-	-	-	13	-	8	5	8	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
S8	16	16	-	-	-	-	-	-	10	6	8	5	12	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	1
S9	17	25	-	2	-	-	3	-	8	12	8	8	2	10	5	7	-	-	-	-	-	-	1	-	1
S10	14	13	-	1	2	2	1	-	4	3	8	4	4	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
S11	17	24	-	2	-	-	3	3	8	12	7	4	3	10	2	-	-	1	1	-	-	-	-	9	1
S12	15	14	-	1	-	-	-	-	3	1	6	6	12	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
S13	16	16	-	4	3	-	-	-	9	-	7	6	6	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	2	1
S14	15	14	-	-	-	-	-	3	7	4	6	4	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
S15	14	13	-	2	-	-	-	-	9	-	6	4	11	2	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
S16	16	19	-	1	-	-	-	-	15	3	6	6	18	6	3	2	-	-	-	-	-	1	-	1	1
T	251	267	-	33	5	9	7	11	134	67	112	83	126	99	16	16	1	2	3	2	2	4	19	16	
MA	16	17	-	2	0	1	0	1	8	4	7	5	8	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; CJ = Conjunção; PP = Preposição; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 49

Estruturas encontradas nos mapas MCIII, Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos											R CZ	E H		
		TL	LA	Conectores										EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...										
				Único						1	2	3	4					5	6	7	8	9	10	11				
				V	AT	CJ	PP	AD	EX																			
S1	19	18	-	1	-	1	2	-	-	3	11	9	6	11	7	-	-	-	-	-	-	-	-	1	2	1		
S2	17	17	-	6	-	1	-	1	-	8	1	6	5	9	6	1	-	-	-	-	-	-	1	-	1	1		
S3	18	17	-	-	-	-	-	-	-	7	10	8	7	7	3	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1		
S4	17	17	-	-	-	-	-	2	-	11	4	8	5	9	4	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1		
S5	19	19	-	-	-	-	-	-	-	12	7	6	6	7	10	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1		
S6	18	19	-	1	-	-	1	-	-	17	0	6	5	10	3	4	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1		
S7	16	17	-	5	-	-	-	-	-	6	6	7	3	6	8	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	1		
S8	20	23	4	1	-	-	-	-	-	7	11	9	6	8	7	2	-	-	1	1	-	-	-	-	3	1		
S9	19	20	-	3	1	-	-	-	-	5	11	8	9	9	1	4	3	1	-	-	-	1	-	-	4	1		
S10	18	18	6	1	-	-	-	-	-	5	6	10	4	13	4	-	1	-	-	-	-	-	-	-	3	1		
S11	19	23	-	6	-	-	3	-	2	5	9	7	9	7	7	3	-	1	-	-	-	1	-	-	7	1		
S12	18	23	-	2	2	4	-	-	-	15	0	9	6	7	7	1	1	2	-	-	1	-	-	-	5	1		
S13	18	20	-	-	-	-	-	-	-	13	5	7	7	7	8	2	-	-	-	-	-	-	-	1	4	1		
S14	20	20	-	-	-	-	-	-	3	12	5	8	7	11	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1	1		
S15	19	18	-	-	-	-	-	-	-	14	4	8	6	11	4	2	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1		
S16	20	23	-	1	6	-	-	-	-	13	3	7	8	9	8	1	1	-	-	-	-	-	-	1	3	1		
T	295	312	10	27	9	6	6	3	5	153	93	123	99	141	95	24	8	6	2	2	2	3	1	4	37	16		
MA	18	20	1	2	1	0	0	0	0	10	6	8	6	9	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1		

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; CJ = Conjunção; PP = Preposição; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 50

Média geral das estruturas encontradas nos três mapas (MC I, II e III), Estudo 2 (5ª série), tema Solo, 16 alunos

MC	Média Aritmética																										R CZ	EH
	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos														
		TL	LA	Conectores								EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...												
				Único						1	2					3	4	5	6	7	8	9	10	11				
				V	AT	CJ	AD	PP	EX																			
I	13	12	0	2	1	0	0	1	0	5	3	6	5	8	3	0	0	0	0	0	0	0	-	0	0	0	0	1
II	16	17	-	2	0	1	-	0	1	8	4	7	5	8	6	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	-	1	1
III	18	20	1	2	1	0	0	0	0	10	6	8	6	9	6	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
MG	16	16	0	2	1	0	0	0	0	8	4	7	5	8	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1

Nota. MC = Mapa Conceitual; MCI = Mapa Conceitual antes do conteúdo; MCII = Mapa Conceitual durante o conteúdo; MCIII = Mapa Conceitual depois do conteúdo; MG = Média Geral dos três mapas; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; CJ = Conjunção; AD = Advérbio; PP = Preposição; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica.

Tabela 51

Resultado do pré-teste, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
M1	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M2	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M3	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M4	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M6	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M7	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M8	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M9	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M10	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M11	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M12	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M13	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M14	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M15	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
M16	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
Σ	6	10	-	-	-	8	8	-	15	1	-	-	3	13	-	-	11	5	-	-
Σ/T %^a	38	62	-	-	-	50	50	-	94	6	-	-	19	81	-	-	69	31	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 52

Resultado do pós-teste, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
M1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M3	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M4	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M6	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M7	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M8	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M9	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M10	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M11	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M12	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M13	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M14	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M15	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M16	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
Σ	10	6	-	-	14	2	-	-	8	8	-	-	10	6	-	-	10	6	-	-
Σ/T %^a	62	38	-	-	88	12	-	-	50	50	-	-	62	38	-	-	62	38	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 53

Resultado da avaliação final, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
M1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M3	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M4	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M5	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
M6	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M7	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
M8	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M9	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
M10	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M11	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M12	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M13	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M14	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
M15	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
M16	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-
Σ	10	3	3	-	9	6	1	-	10	6	-	-	9	5	2	-	7	6	3	-
Σ/T %^a	62	19	19	-	56	38	6	-	62	38	-	-	56	31	13	-	43	38	19	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (16).

Tabela 54

Estruturas encontradas nos mapas MCI, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos ^a										R CZ	EH		
		TL	LA	Conectores										EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...									
				Único					1	2	3	4	5					6	7	8	9	13					
				V	AT	PP	PN	EX																			
M1	11	12	-	1	2	4	1	-	2	2	6	4	4	5	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1			
M2	11	12	-	1	2	4	1	-	2	2	6	4	4	5	1	-	-	-	1	-	-	-	1	1			
M3	13	13	-	-	-	-	-	3	7	3	5	5	6	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1			
M4	13	13	-	-	-	-	-	3	7	3	5	5	6	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1			
M5	13	12	-	1	-	-	-	3	7	1	5	6	8	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1			
M6	13	12	-	1	-	-	-	3	7	1	5	6	8	2	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1			
M7	15	16	-	2	-	-	-	3	8	3	5	8	8	4	1	-	-	1	-	-	-	-	2	1			
M8	15	16	-	2	-	-	-	3	8	3	5	8	8	4	1	-	-	1	-	-	-	-	2	1			
M9	14	13	-	3	-	-	-	-	10	-	5	6	13	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1			
M10	14	13	-	3	-	-	-	-	10	-	5	6	13	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1			
M11	11	9	-	-	-	-	1	-	7	2	4	4	7	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-			
M12	11	9	-	-	-	-	1	-	7	2	4	4	7	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-			
M13	11	10	-	3	-	-	-	2	6	-	7	5	8	1	-	-	-	-	0	-	1	-	-	1			
M14	11	10	-	3	-	-	-	2	6	-	7	5	8	1	-	-	-	-	0	-	1	-	-	1			
M15	11	10	-	2	2	-	1	-	5	-	5	6	4	4	2	1	-	-	0	-	-	-	-	1			
M16	11	10	-	2	2	-	1	-	5	-	5	6	4	4	2	1	-	-	0	-	-	-	-	1			
T	198	190	-	24	8	8	6	22	104	22	84	88	116	50	12	2	-	4	4	2	2	2	6	14			
MA	12	12	-	2	0	0	0	1	6	1	5	5	7	3	1	0	-	0	0	0	0	0	0	1			

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

^a Não ocorreram ligações de 1 X 10, 1 X 11 e 1 X 12 conceitos.

Tabela 55

Estruturas encontradas nos mapas MCII, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

ID	TC	Ligações							NH		Relações entre Conceitos ^a										R CZ	EH		
		TL	LA	Conectores							EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...									
				Único			1	2	3	4					5	6	7	8	9	10			15	
				V	AT	EX																		
M1	16	17	-	1	-	-	12	4	5	7	4	8	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
M2	16	17	-	1	-	-	12	4	5	7	4	8	2	2	-	-	-	-	-	-	-	2	1	
M3	16	17	-	2	1	3	6	4	5	7	5	9	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	
M4	16	17	-	2	1	3	6	4	5	7	5	9	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	
M5	17	22	-	2	2	6	8	4	5	8	4	10	1	1	-	-	-	1	-	-	-	5	1	
M6	17	22	-	2	2	6	8	4	5	8	4	10	1	1	-	-	-	1	-	-	-	5	1	
M7	15	16	-	4	2	-	7	2	6	7	8	5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
M8	15	16	-	4	2	-	7	2	6	7	8	5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	
M9	16	24	2	3	-	-	19	-	7	6	4	8	3	-	-	1	-	-	-	-	-	6	1	
M10	16	24	2	3	-	-	19	-	7	6	4	8	3	-	-	1	-	-	-	-	-	6	1	
M11	16	16	-	-	-	-	3	13	8	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
M12	16	16	-	-	-	-	3	13	8	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
M13	16	15	-	2	-	-	7	6	9	5	9	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
M14	16	15	-	2	-	-	7	6	9	5	9	5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
M15	13	15	-	-	-	2	4	7	4	8	5	6	1	-	-	-	-	-	1	-	-	3	1	
M16	13	15	-	-	-	2	4	7	4	8	5	6	1	-	-	-	-	-	1	-	-	3	1	
T	250	284	4	28	10	22	132	80	98	102	108	102	18	8	-	4	2	4	2	-	2	34	16	
MA	16	18	0	2	1	1	8	5	6	6	7	6	1	0	-	0	0	0	0	0	-	0	2	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

^a Não ocorreram ligações de 1 X 11, 1 X 12, 1 X 13 e 1 X 14 conceitos.

Tabela 56

Estruturas encontradas nos mapas MCIII, Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

ID	TC	Ligações							NH		Relações entre Conceitos										R CZ	EH	
		TL	LA	Conectores							VT	HZ	Um conceito ligado a...										
				Único			EP	FR	1	2			3	4	5	6	7	8	9	10			
				V	AT	EX																	
M1	15	17	-	1	-	3	3	10	7	6	6	4	3	1	-	-	1	-	-	-	2	1	
M2	15	17	-	1	-	3	3	10	7	6	6	4	3	1	-	-	1	-	-	-	2	1	
M3	17	20	-	3	2	5	8	2	6	8	7	7	1	1	-	-	-	-	-	1	4	1	
M4	17	20	-	3	2	5	8	2	6	8	7	7	1	1	-	-	-	-	-	1	4	1	
M5	18	23	1	7	-	4	7	4	8	7	3	9	2	3	-	-	-	-	-	1	6	1	
M6	18	23	1	7	-	4	7	4	8	7	3	9	2	3	-	-	-	-	-	1	6	1	
M7	17	18	2	3	-	-	4	8	5	7	7	8	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	
M8	17	18	2	3	-	-	4	8	5	7	7	8	1	-	-	-	-	-	-	1	1	1	
M9	17	23	3	9	-	-	11	-	6	7	3	7	4	1	1	1	-	-	-	-	6	1	
M10	17	23	3	9	-	-	11	-	6	7	3	7	4	1	1	1	-	-	-	-	6	1	
M11	16	15	-	2	-	4	4	5	13	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
M12	16	15	-	2	-	4	4	5	13	3	15	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	
M13	16	16	-	4	-	-	1	9	7	5	8	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
M14	16	16	-	5	-	-	2	9	7	5	8	7	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1	
M15	15	15	-	2	-	3	7	3	5	8	9	4	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	
M16	15	15	-	2	-	3	7	3	5	8	9	4	-	1	-	-	-	1	-	-	1	1	
T	262	294	12	63	4	38	91	82	114	102	116	92	22	14	2	2	2	2	2	-	8	40	16
MA	16	18	1	4	0	2	6	5	7	6	7	6	1	1	0	0	0	0	0	-	0	2	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 57

Média geral das estruturas encontradas nos três mapas (MC I, II e III), Estudo 3 (6ª série), tema Mamíferos, 16 alunos

MC	Média Aritmética																									R CZ	EH					
	TC	Ligações									NH		Relações entre Conceitos ^a																			
		TL	LA	Conectores						EP			FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...																
				Único					1		2	3				4	5	6	7	8	9	10	13	15								
				V	AT	PP	PN	EX																								
I	12	12	-	2	0	0	0	1	6	1	5	5	7	3	1	0	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
II	16	18	0	2	1	-	-	1	8	5	6	6	7	6	1	0	-	0	0	0	0	0	-	-	0	2	1	1	1	1	1	
III	16	18	1	4	0	-	-	2	6	5	7	6	7	6	1	1	0	0	0	0	0	-	0	-	-	2	1	1	1	1	1	
MG	15	16	0	3	0	0	0	1	7	4	6	6	7	5	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	

Nota. MC = Mapa Conceitual; MCI = Mapa Conceitual antes do conteúdo; MCII = Mapa Conceitual durante o conteúdo; MCIII = Mapa Conceitual depois do conteúdo; MG = Média Geral dos três mapas; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica.

^a Não houve relações de 1 X 11, 1 X 12 e 1 X 14 conceitos.

Tabela 58

Resultado do pré-teste, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
R1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-
R3	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
R5	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
R8	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
R9	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
R11	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-
R12	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
R13	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R15	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-
R16	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-
R17	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R20	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
R22	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R24	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R27	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R28	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
R29	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-
R30	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	1	-	-	-
R31	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-
R32	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R34	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R35	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R36	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
R37	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Σ	3	20	1	-	3	20	1	-	3	10	10	1	4	5	9	6	6	10	5	3
Σ/T %^a	12	84	4	-	12	84	4	-	12	42	42	4	17	21	37	25	25	42	21	12

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco. ^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (24).

Tabela 59

Resultado do pós-teste, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
R1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R3	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R8	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R9	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R11	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R12	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R13	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R15	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R16	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R17	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R20	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R22	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R24	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R27	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R28	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R29	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R30	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R31	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R32	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R34	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R35	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R36	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R37	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Σ	16	8	-	-	15	7	2	-	14	10	-	-	17	7	-	-	15	9	-	-
Σ/T %^a	67	33	-	-	63	29	8	-	58	42	-	-	71	29	-	-	63	37	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco. ^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (24).

Tabela 60

Resultado da avaliação final, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

Alunos	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
R1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R5	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R8	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R9	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R11	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R12	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R13	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R15	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R16	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R17	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R20	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R22	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R24	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R27	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R28	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
R29	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R30	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R31	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R32	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R34	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
R35	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-
R36	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-
R37	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Σ	18	6	-	-	13	7	4	-	17	7	-	-	16	8	-	-	15	9	-	-
Σ/T %^a	75	25	-	-	54	29	17	-	71	29	-	-	67	33	-	-	62	38	-	-

Nota. C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco. ^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (24).

Tabela 61

Estruturas encontradas nos mapas MCI, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos									R CZ	EH
		TL	LA	Conectores										EP	FR	Um conceito ligado a...								
				Único						VT	HZ	1	2			3	4	5	6	7	8	9		
				V	AT	PP	PN	AD	EX															
R1	9	12	-	-	-	-	-	-	-	5	7	5	4	2	6	-	-	-	7	-	-	-	4	1
R3	10	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	3	6	8	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1
R5	10	9	-	-	-	-	-	-	-	3	6	8	3	3	6	1	-	-	-	-	-	-	-	1
R8	10	9	-	-	-	-	-	-	-	-	9	7	5	8	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
R9	10	10	-	-	-	-	-	-	-	1	9	3	7	7	2	-	-	-	-	-	1	-	1	1
R11	10	11	-	-	-	-	-	-	-	3	7	4	6	4	3	2	-	-	1	-	-	-	-	1
R12	10	9	-	-	-	-	-	-	-	7	2	4	6	8	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1
R13	10	12	-	-	-	-	-	-	2	7	3	7	4	3	3	2	1	1	-	-	-	-	1	1
R15	10	12	-	1	4	-	-	-	-	1	6	7	4	2	3	4	1	-	-	-	-	-	2	1
R16	9	8	-	-	-	-	-	-	-	-	8	3	7	8	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
R17	10	11	-	-	-	-	-	-	-	8	3	6	5	2	5	2	1	-	-	-	-	-	1	1
R20	10	16	-	-	-	-	-	-	-	-	16	9	2	-	8	-	-	-	-	-	2	-	-	1
R22	10	9	-	1	-	4	-	-	-	3	1	9	4	6	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1
R24	9	9	-	7	-	-	-	-	-	-	2	8	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
R27	10	9	-	-	-	-	-	-	-	1	8	4	5	9	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1
R28	10	12	-	-	-	-	-	-	-	3	9	4	7	4	4	-	-	1	-	1	-	-	1	1
R29	11	10	-	-	-	-	-	-	-	5	5	7	5	9	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1
R30	10	9	-	-	-	-	-	-	-	3	6	3	6	9	-	-	-	-	-	-	-	-	1	1
R31	10	9	-	-	-	-	-	-	-	5	4	7	5	2	8	-	-	-	-	-	-	-	-	1
R32	10	10	-	-	-	-	-	-	-	7	3	6	5	1	8	1	-	-	-	-	-	-	1	1
R34	10	9	-	1	-	-	-	-	-	8	-	5	4	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	1
R35	10	21	-	-	-	-	-	-	-	7	14	3	7	-	-	9	-	-	-	1	-	-	2	1
R36	10	9	-	-	-	-	-	-	-	9	-	4	6	7	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1
R37	10	15	-	-	-	-	-	-	-	6	9	8	2	-	8	-	-	-	-	2	-	-	1	1
T	238	259	-	10	04	04	-	-	02	92	146	134	117	107	78	22	04	02	09	06	07	02	14	24
MA	10	11	-	0	0	0	-	-	0	4	6	6	5	4	3	1	0	0	0	0	0	0	1	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 62

Estruturas encontradas nos mapas MCII, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos									R CZ	EH
		TL	LA	Conectores										EP	FR	Um conceito ligado a...								
				Único						VT	HZ	1	2			3	4	5	6	7	8	9		
				V	AT	PP	PN	AD	EX															
R1	10	12	-	2	-	-	-	-	-	4	6	5	5	-	6	4	-	-	-	-	-	-	2	1
R3	11	10	-	5	-	-	-	-	-	5	-	5	4	5	2	4	-	-	-	-	-	-	1	1
R5	10	10	-	-	-	-	-	-	-	2	8	7	4	3	5	2	-	-	-	-	-	-	1	1
R8	10	10	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	6	6	2	1	-	-	-	1	-	-	-	1
R9	10	12	-	-	-	-	-	-	-	6	6	8	5	2	4	2	2	-	-	-	-	-	2	1
R11	11	11	-	5	-	-	-	-	-	4	2	5	6	5	3	2	1	-	-	-	-	-	-	1
R12	11	15	-	4	-	-	3	-	-	5	3	3	6	2	4	4	-	-	-	1	-	-	4	1
R13	10	11	-	-	-	3	-	-	-	5	3	6	4	2	5	2	1	-	-	-	-	-	2	1
R15	11	15	-	-	2	-	-	-	-	10	3	6	5	-	8	-	3	-	-	-	-	-	5	1
R16	10	10	-	-	-	-	-	-	-	1	9	8	3	4	6	-	-	-	-	-	-	-	1	1
R17	12	14	-	2	-	-	-	-	2	4	6	4	3	2	6	3	-	-	-	-	-	-	3	1
R20	10	13	-	-	-	-	-	-	-	5	8	5	4	1	6	1	1	1	-	-	-	-	4	1
R22	10	12	-	1	2	2	-	-	-	3	6	5	5	1	6	1	1	1	-	-	-	-	2	1
R24	11	12	-	1	-	-	-	-	-	5	6	6	3	-	10	1	-	-	-	-	-	-	2	1
R27	10	10	-	-	-	-	-	-	-	3	7	7	5	5	3	2	-	-	-	-	-	-	2	1
R28	11	13	-	2	-	1	-	2	-	3	5	5	5	2	5	4	-	-	-	-	-	-	2	1
R29	10	10	-	-	-	1	-	-	-	7	2	4	5	5	2	3	-	-	-	-	-	-	-	1
R30	10	11	-	3	-	-	-	-	-	4	4	4	4	1	7	2	-	-	-	-	-	-	-	1
R31	9	11	-	4	1	-	-	-	-	1	5	4	4	-	6	3	-	-	-	-	-	-	3	1
R32	10	11	-	1	-	-	-	-	-	3	7	3	5	3	5	1	1	-	-	-	-	-	2	1
R34	11	13	-	-	-	3	-	-	-	8	2	4	5	-	9	1	1	-	-	-	-	-	3	1
R35	10	11	-	-	-	-	-	-	-	5	5	5	4	-	8	2	-	-	-	-	-	-	2	1
R36	12	13	-	-	-	1	-	-	-	7	5	7	5	2	7	2	1	-	-	-	-	-	2	1
R37	10	12	-	-	-	-	-	-	-	8	4	7	4	2	5	3	-	-	-	-	-	-	-	1
T	250	282	-	30	5	11	3	2	2	113	117	128	109	53	130	50	12	2	-	2	-	-	45	24
MA	10	12	-	1	0	0	0	0	0	5	5	5	4	2	5	2	0	0	-	0	-	-	2	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 63

Estruturas encontradas nos mapas MCIII, Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

ID	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos									R CZ	EH
		TL	LA	Conectores						EP	FR			Um conceito ligado a...										
				Único								1	2	3	4	5	6	7	8	9				
				V	AT	PP	PN	AD	EX															
R1	10	11	-	-	-	-	-	-	-	4	7	5	6	5	2	1	-	1	-	-	-	-	2	1
R3	11	11	-	-	-	-	-	-	-	5	6	4	5	7	2	-	-	1	1	-	-	-	1	1
R5	12	15	-	-	-	-	-	-	-	4	8	8	4	3	5	2	1	1	-	-	-	-	2	1
R8	10	12	-	-	-	-	-	-	-	8	4	5	6	3	4	1	1	1	-	-	-	-	3	1
R9	12	17	-	-	-	-	-	-	-	8	9	3	6	-	6	4	2	-	-	-	-	-	6	1
R11	11	10	-	2	-	-	-	-	-	3	5	5	6	6	2	2	1	-	-	-	-	-	1	1
R12	11	12	-	2	-	-	-	-	-	5	5	6	6	6	2	2	-	-	-	1	-	-	1	1
R13	10	13	-	-	-	-	-	-	4	6	3	7	4	-	5	5	-	-	-	-	-	-	4	1
R15	11	10	-	-	-	-	-	-	-	6	4	5	5	8	1	1	-	-	-	1	-	-	-	1
R16	10	10	-	-	-	-	-	-	-	4	6	3	5	4	5	-	-	1	-	-	-	-	1	1
R17	11	14	-	-	-	-	-	-	-	2	10	6	4	2	7	-	1	-	1	-	-	-	4	1
R20	11	14	-	-	-	-	-	-	-	7	7	6	4	3	4	1	1	2	-	-	-	-	3	1
R22	10	11	-	1	-	2	-	-	-	1	7	4	4	5	3	3	-	-	-	-	-	-	-	1
R24	10	09	-	-	-	-	-	-	-	6	3	3	6	6	2	1	-	1	-	-	-	-	-	1
R27	10	11	-	-	1	1	-	-	-	4	5	6	4	4	4	1	-	1	-	-	-	-	1	1
R28	12	12	-	-	-	1	-	-	-	7	4	4	5	8	-	3	1	-	-	-	-	-	-	1
R29	12	18	-	-	-	-	-	-	-	2	18	8	4	-	8	2	1	-	-	1	-	-	7	1
R30	11	15	-	1	-	-	-	-	-	4	10	4	5	-	7	2	-	5	-	-	-	-	4	1
R31	12	19	-	-	-	8	-	-	-	0	11	3	8	-	8	2	1	1	-	-	-	-	8	1
R32	11	10	-	-	-	-	-	-	-	8	2	6	5	8	1	-	1	1	-	-	-	-	-	1
R34	10	15	-	-	-	-	-	-	-	6	9	4	5	2	4	-	4	-	-	-	-	-	4	1
R35	11	11	-	-	-	-	-	-	-	2	9	5	4	3	7	-	-	1	-	-	-	-	2	1
R36	11	11	-	-	-	-	-	-	-	2	9	6	6	5	4	1	-	-	1	-	-	-	-	1
R37	12	12	-	-	-	3	-	-	-	6	3	7	6	5	3	3	1	-	-	-	-	-	1	1
T	262	303	-	6	1	15	-	-	4	110	164	123	123	93	96	37	16	17	3	3	-	-	55	24
MA	11	13	-	0	0	1	-	-	0	5	7	5	5	4	4	2	1	1	0	0	-	-	2	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 64

Média geral das estruturas encontradas nos três mapas (MC I, II e III), Estudo 4 (7ª série), tema Sistema Respiratório, 24 alunos

MC	Média Aritmética																							R CZ	EH	
	TC	Ligações										NH		Relações entre Conceitos												
		TL	LA	Conectores										EP	FR	VT	HZ	Um conceito ligado a...								
				Único						1	2	3	4					5	6	7	8	9				
				V	AT	PP	PN	AD	EX																	
I	10	11	-	0	0	0	-	-	0	4	6	6	5	4	3	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
II	10	12	-	1	0	0	0	0	0	5	5	5	4	2	5	2	0	0	-	0	-	-	2	1		
III	11	13	-	0	0	1	-	-	0	5	7	5	5	4	4	2	1	1	0	0	-	-	2	1		
MG	10	12	-	0	0	0	0	0	0	5	6	5	5	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	2	1	

Nota. MC = Mapa Conceitual; MCI = Mapa Conceitual antes do conteúdo; MCII = Mapa Conceitual durante o conteúdo; MCIII = Mapa Conceitual depois do conteúdo; MG = Média Geral dos três mapas; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; AT = Artigo; PP = Preposição; PN = Pronome; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica.

Tabela 65

Resultado do pré-teste, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

ID	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
E1	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E2	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
E3	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
E4	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-
E5	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E6	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E7	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E8	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E9	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E10	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E11	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E12	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E13	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E14	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E15	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E16	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E17	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E18	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E19	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E20	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E21	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E22	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E23	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	1	-	-	1	-	-	-
E24	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E25	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E27	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E29	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E31	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-
E32	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E33	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E35	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E36	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E37	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E38	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E39	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E40	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Σ	22	12	2	-	20	7	9	-	15	9	12	-	14	11	11	-	36	-	-	-
%^a	61	33	6	-	56	19	25	-	42	25	33	-	38	31	31	-	100	-	-	-

Nota. ID = Identificação dos alunos; C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (36).

Tabela 66

Resultado do pós-teste, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

ID	Respostas às questões																			
	1				2				3				4				5			
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B
E1	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E2	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E3	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E4	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E5	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E6	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E7	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E8	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E9	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E10	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E11	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-
E12	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E13	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E14	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E15	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E16	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E17	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E18	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E19	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E20	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E21	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E22	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E23	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E24	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E25	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E27	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E29	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E31	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E32	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E33	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E35	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E36	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E37	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E38	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E39	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E40	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
Σ	27	9	-	-	26	10	-	-	28	8	-	-	32	4	-	-	36	-	-	-
%^a	75	25	-	-	72	28	-	-	78	22	-	-	89	11	-	-	100	-	-	-

Nota. ID = Identificação dos alunos; C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (36).

Tabela 67

Resultado da avaliação final, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

ID	Respostas às questões																					
	1				2				3				4				5					
	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B	C	I	E	B		
E1	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-
E2	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
E4	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E5	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E6	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
E7	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E8	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E9	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E10	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E11	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E12	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E13	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E14	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E15	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E16	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
E17	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E18	1	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E19	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E20	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
E21	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E22	-	-	1	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E23	-	1	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-	1	-	1	-	-	-	-	-
E24	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E25	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E27	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E29	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	-
E31	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E32	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E33	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E35	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E36	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E37	-	1	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E38	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E39	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
E40	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1	-	-	1	-	-	-	1	-	-	-	-	-
Σ	21	10	5	-	22	9	5	-	22	10	4	-	22	9	5	-	36	-	-	-	-	-
%^a	58	28	14	-	61	25	14	-	61	28	11	-	61	25	14	-	100	-	-	-	-	-

Nota. ID = Identificação dos alunos; C = Certa; I = Incompleta; E = Errada; B = Em Branco.

^a Percentual do somatório de respostas sobre o total de alunos (36).

Tabela 68
Estruturas encontradas nos mapas MCI, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia)), 36 alunos

ID	TC	Ligações						NH		Relações entre conceitos								R CZ	EH	
		TL	LA	Conectores						VT	HZ	Um conceito ligado a...								
				Único		EP	FR	1	2			3	4	5	6	7	8			
				V	PP															
E1	5	4	-	1	-	1	-	3	3	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E2	6	5	-	-	-	-	5	4	3	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1
E3	8	7	-	1	-	5	1	5	3	4	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1
E4	6	5	-	4	-	2	-	4	2	4	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
E5	7	6	-	1	-	2	3	3	3	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E6	5	4	-	2	-	1	1	4	2	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E7	6	5	-	4	-	1	-	3	4	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E8	8	8	-	2	-	6	-	6	5	3	2	2	-	1	-	-	-	-	-	1
E9	9	8	-	6	-	2	-	6	4	5	3	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E10	7	6	-	2	-	4	-	4	4	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E11	7	6	-	6	-	-	-	3	5	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	1
E12	7	6	-	2	-	1	3	5	4	4	2	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E13	9	8	-	6	-	2	-	4	5	8	-	-	-	-	-	-	-	1	-	1
E14	8	7	-	5	-	2	-	4	5	6	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1
E15	6	5	-	3	-	2	-	2	2	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1
E16	7	7	-	2	-	3	2	3	4	3	2	1	1	-	-	-	-	-	-	1
E17	7	6	-	1	-	5	-	3	5	6	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1
E18	8	7	-	1	1	5	-	4	4	5	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1
E19	7	6	-	4	-	2	-	4	4	4	2	-	-	1	-	-	-	-	-	1
E20	5	4	-	3	-	1	-	2	2	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E21	9	8	-	-	-	4	4	4	5	6	1	1	-	1	-	-	-	-	-	1
E22	6	5	-	1	4	-	-	5	4	5	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E23	6	5	-	-	-	5	-	3	4	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	1
E24	10	9	-	3	-	3	3	5	4	7	-	1	1	-	-	1	-	-	-	1
E25	8	7	-	5	-	2	-	5	5	6	1	-	-	-	1	-	-	-	-	1
E27	7	6	-	6	-	-	-	3	5	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
E29	7	6	-	6	-	-	-	5	5	5	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
E31	6	5	-	1	-	4	-	3	4	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	1
E32	7	6	-	2	-	4	-	4	3	5	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1
E33	9	8	-	7	-	-	1	4	6	7	-	1	-	-	1	-	-	-	-	1
E35	8	7	-	3	-	4	-	6	4	6	-	-	2	-	-	-	-	-	-	1
E36	7	6	-	3	-	1	2	3	5	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
E37	6	5	-	3	-	-	3	3	4	4	1	-	1	-	-	-	-	-	-	1
E38	8	7	-	2	-	3	2	3	5	5	1	1	1	-	-	-	-	-	-	1
E39	7	7	-	2	-	3	2	3	3	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1
E40	6	5	-	4	-	1	-	4	3	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	1
T	255	222	-	104	5	81	32	139	142	170	36	16	18	5	5	2	1	-	36	
MA	7	6	-	3	1	2	1	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	-	1	

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; PP = Preposição; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 69
Estruturas encontradas nos mapas MCH, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

ID	TC	Ligações								NH		Relações entre conceitos							R CZ	EH
		TL	LA	Conectores				EP	FR											
				Único																
				V	PP	AD	EX			1	2	3	4	5	6	7				
E1	11	10	-	-	-	-	5	5	5	3	5	4	1	1	-	-	-	-	1	
E2	13	13	-	1	-	-	6	6	7	5	6	4	1	2	-	-	-	1	1	
E3	13	13	-	3	-	-	9	1	8	6	4	7	2	-	-	-	-	1	1	
E4	13	13	-	2	-	-	2	9	7	5	7	4	1	-	-	-	1	1	1	
E5	12	12	-	4	1	-	6	2	6	4	6	3	2	-	-	-	1	1	1	
E6	13	13	-	3	1	-	2	7	-	6	5	4	6	3	-	-	-	1	1	
E7	14	14	-	10	-	-	4	-	7	4	5	1	5	1	-	-	-	4	1	
E8	12	12	-	5	-	-	4	3	7	5	7	3	1	-	1	-	-	3	1	
E9	15	15	-	10	-	-	5	-	6	5	6	3	3	3	-	-	-	2	1	
E10	13	11	-	7	-	-	4	-	8	5	9	3	-	-	-	-	1	-	1	
E11	13	15	-	5	-	-	7	3	7	5	5	5	2	1	-	-	-	2	1	
E12	12	11	-	5	-	-	3	2	7	6	6	4	-	2	-	-	-	-	1	
E13	14	13	-	5	2	-	5	1	9	4	7	5	1	-	-	1	-	-	1	
E14	13	16	-	2	-	-	10	4	4	5	8	2	-	-	2	1	-	3	1	
E15	12	12	-	4	-	-	4	4	6	5	8	1	2	-	-	1	-	-	1	
E16	13	12	-	3	-	-	4	5	6	5	9	2	-	-	1	-	1	-	1	
E17	13	12	-	2	-	-	8	2	7	6	8	3	1	1	-	-	-	-	1	
E18	12	11	-	2	1	-	4	4	5	5	8	3	-	-	-	-	1	-	1	
E19	13	14	-	7	-	-	6	1	7	5	7	4	1	1	-	-	-	1	1	
E20	14	14	-	4	-	-	4	6	4	7	6	6	-	1	-	1	-	-	1	
E21	10	9	-	1	-	-	4	5	4	4	6	2	1	1	-	-	-	-	1	
E22	15	16	-	6	6	-	1	3	6	4	5	6	1	2	-	1	-	1	1	
E23	14	13	-	2	-	-	2	9	-	8	5	7	4	2	1	-	-	-	1	
E24	12	13	-	2	-	-	5	6	7	5	4	5	2	-	-	1	-	4	1	
E25	11	10	-	4	-	-	2	4	5	4	6	3	1	-	1	-	-	-	1	
E27	15	14	-	12	-	-	2	-	6	5	8	3	2	-	2	-	-	-	1	
E29	15	14	-	9	3	-	2	-	9	3	11	3	1	-	-	-	-	-	1	
E31	13	14	-	4	-	-	6	4	8	5	5	5	1	2	-	-	-	1	1	
E32	11	10	-	3	-	-	3	4	5	6	7	2	1	1	-	-	-	-	1	
E33	12	15	-	6	1	-	2	3	7	6	10	2	2	-	1	-	-	3	1	
E35	15	15	-	6	-	1	5	3	6	5	8	4	1	-	-	1	-	1	1	
E36	10	9	-	4	-	-	2	3	6	5	7	1	1	1	-	-	-	-	1	
E37	14	13	-	4	-	-	5	4	6	6	8	4	-	1	-	-	1	2	1	
E38	14	18	-	2	3	-	7	6	11	6	4	4	4	-	-	1	1	4	1	
E39	13	16	-	5	-	-	2	9	7	6	6	5	-	1	1	-	-	3	1	
E40	13	13	-	7	-	-	7	2	9	4	4	7	1	-	-	-	1	-	1	
T	465	468	-	161	18	1	4	171	114	239	179	237	133	47	23	9	8	8	38	36
MA	13	13	-	4	0	0	0	5	3	7	5	7	4	1	1	0	0	0	1	1

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; PP = Preposição; AD = Advérbio; EX = Exemplo; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética.

Tabela 70
Estruturas encontradas nos mapas MCHH, Estudo 5 (Licenciandos em Biologia)), 36 alunos

ID	TC	Ligações							NH		Relações entre conceitos ^a														R CZ	EH
		TL	LA	Conectores							EP	FR	Um conceito ligado a...													
				Único			VT	HZ	1	2			3	4	5	6	7	8	9	12	14					
				V	PP	AD																				
E1	16	20	-	2	-	-	11	7	9	5	5	6	2	-	2	-	-	1	-	-	-	4	1			
E2	14	18	-	6	-	-	10	2	4	8	6	5	-	-	-	-	2	1	-	-	-	4	1			
E3	13	24	-	-	-	-	12	12	12	3	-	11	-	-	-	-	-	-	-	2	-	11	1			
E4	15	14	-	8	-	-	2	5	4	5	8	4	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1			
E5	14	19	-	-	-	-	10	9	8	5	6	4	-	1	-	1	-	-	-	-	-	5	1			
E6	15	20	-	11	-	-	5	4	9	7	7	3	2	-	-	-	2	1	-	-	-	5	1			
E7	11	17	-	-	-	-	17	-	4	5	8	2	-	-	1	-	-	-	-	-	-	6	1			
E8	13	15	-	5	-	-	10	-	7	5	6	4	-	-	2	1	-	-	-	-	-	2	1			
E9	14	26	-	10	-	-	12	4	9	5	4	7	-	-	-	-	1	2	-	-	-	12	1			
E10	13	17	-	4	-	-	8	5	7	5	5	5	-	-	-	2	1	-	-	-	-	4	1			
E11	15	15	-	6	-	-	6	3	7	7	8	3	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	1			
E12	14	23	-	8	-	-	7	8	7	4	6	3	2	1	-	-	2	-	-	-	-	9	1			
E13	13	14	-	6	-	-	3	5	6	4	6	4	1	-	-	1	-	-	1	-	-	4	1			
E14	16	18	-	15	-	-	3	-	11	5	10	2	1	2	-	1	-	-	-	-	-	2	1			
E15	14	18	-	10	-	-	7	1	6	3	5	6	-	1	-	-	-	1	-	-	-	4	1			
E16	14	13	-	4	-	-	5	4	8	5	9	3	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
E17	15	20	-	2	-	-	4	14	7	3	6	8	-	-	-	-	-	1	-	-	-	5	1			
E18	15	14	-	7	-	1	2	2	7	5	9	3	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	1			
E19	16	22	-	6	-	-	5	11	10	6	3	9	1	-	-	-	-	1	-	-	-	6	1			
E20	16	18	-	6	-	-	6	6	9	6	12	1	1	-	1	1	-	-	-	-	-	2	1			
E21	15	16	-	5	-	-	8	3	9	5	5	6	1	1	2	-	-	-	-	-	-	1	1			
E22	16	18	-	9	1	-	7	1	10	5	6	6	2	1	1	-	-	-	-	-	-	2	1			
E23	15	15	-	5	-	-	3	7	11	6	7	5	1	1	-	-	1	-	-	-	-	-	1			
E24	15	28	-	-	-	-	10	18	6	5	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	13			
E25	11	16	-	4	-	-	9	3	5	6	2	6	1	-	1	1	-	-	-	-	-	5	1			
E27	15	24	-	8	-	-	10	6	5	6	2	11	-	-	-	-	-	-	2	-	-	9	1			
E29	15	19	-	8	-	-	5	6	9	6	8	2	1	1	2	-	-	1	-	-	-	4	1			
E31	14	14	-	4	-	-	7	3	6	6	6	5	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1			
E32	15	16	-	4	4	-	3	5	6	5	5	4	5	1	-	-	-	-	-	-	-	1	1			
E33	13	14	-	-	-	-	3	11	4	6	10	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	1	1			
E35	16	18	-	1	-	-	12	5	6	5	5	8	-	2	-	-	1	-	-	-	-	2	1			
E36	14	14	-	4	-	-	9	1	5	7	8	3	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	1			
E37	15	15	-	9	-	-	4	2	8	5	6	5	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
E38	11	14	-	-	-	-	-	14	7	5	4	4	-	-	-	1	2	-	-	-	-	3	1			
E39	12	11	-	4	-	-	4	3	6	5	6	3	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	1			
E40	11	18	-	-	-	-	-	18	5	5	-	9	-	-	-	-	-	-	1	-	-	7	1			
T	509	635	-	181	5	1	239	208	259	189	209	174	31	20	15	13	13	10	4	2	2	133	36			
MA	14	18	-	5	0	0	7	6	7	5	6	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	4	1			

Nota. ID = Identificação dos alunos; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; PP = Preposição; AD = Advérbio; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica; MA = Média Aritmética. ^a Não ocorreram relações de 1 X 10, 1 X 11 e 1 X 13 conceitos.

Tabela 71

Média geral das estruturas encontradas nos três mapas (MC I, II e III), Estudo 5 (Licenciandos em Biologia), 36 alunos

MC	TC	TL	LA	Ligações						NH		Relações entre conceitos ^a										R CZ	EH		
				Conectores						VT	HZ	Um conceito ligado a...													
				Único				EP	FR			1	2	3	4	5	6	7	8	9	12			14	
				V	PP	AD	EX																		
I	7	6	-	3	1	-	-	2	1	4	4	5	1	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	1	
II	13	13	-	4	0	0	0	5	3	7	5	7	4	1	1	0	0	0	-	-	-	-	1	1	
III	14	18	-	5	0	0	-	7	6	7	5	6	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	4	1
MG	11	12	-	4	0	0	0	5	3	6	5	6	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1

Nota. MC = Mapa Conceitual; MCI = Mapa Conceitual antes do conteúdo; MCII = Mapa Conceitual durante o conteúdo; MCIII = Mapa Conceitual depois do conteúdo; MG = Média Geral dos três mapas; TC = Total de Conceitos; TL = Total de Linhas; LA = Linha Ausente; V = Verbo; PP = Preposição; AD = Advérbio; EP = Expressão; FR = Frase; NH = Níveis Hierárquicos; VT = Vertical; HZ = Horizontal; RCZ = Relações Cruzadas; EH = Estrutura Hierárquica.

^a Não ocorreram relações de 1 X 10, 1 X 11 e 1 X 13 conceitos.

Tabela 72

Média geral das estruturas dos três mapas (MCI, MCII e MCIII) nos cinco estudos

Estruturas			Estudos					
			1	2	3	4	5	
Total de Conceitos			11	16	15	10	11	
Total de Linhas			10	16	16	12	12	
Linhas Ausentes			1	0	0	-	-	
Ligações	Conectores	Único	Verbo	1	2	2	1	4
			Artigo	0	1	0	0	-
			Conjunção	0	0	-	-	-
			Pronome	0	-	0	0	-
			Advérbio	0	1	-	0	0
			Preposição	-	1	0	0	0
			Conceito	0	-	-	-	-
			Exemplo	0	0	1	0	0
		Expressão	5	8	7	5	5	
		Frase	2	4	4	6	3	
Níveis Hierárquicos		Vertical	6	7	6	5	6	
		Horizontal	5	5	6	5	5	
Relações entre Conceitos^a (Um conceito ligado a ...)		1	8	8	7	3	6	
		2	2	5	5	4	3	
		3	4	1	1	1	1	
		4	0	1	1	1	1	
		5	-	0	0	0	0	
		6	0	0	0	0	0	
		7	0	0	0	0	0	
		8	-	0	0	0	0	
		9	-	0	0	0	0	
		10	0	0	0	-	-	
		12	0	0	-	-	0	
		13	0	-	0	-	-	
		15	0	-	0	-	-	
		Relações Cruzadas		0	1	2	2	2
		Estrutura Hierárquica		1	1	1	1	1

^a Não ocorreram relações de 1 X 11 e 1 X 14 conceitos.

ANEXOS

Anexo A

Texto nº 1: Animais de florestas tropicais

Florestas tropicais chamam-se usualmente as florestas virgens. Elas cobrem vastas áreas ao norte e ao sul do equador, sobretudo nas Américas do Sul e Central, na África e no Sul Asiático. Por causa das muitas chuvas que caem por meses seguidos, chamamos a estas áreas também de florestas de chuva tropical. O clima é quente e úmido, o que explica o crescimento das plantas de todo tipo, não apenas as árvores são muito exuberantes.

Elefantes

O marco que mais diferencia o elefante dos outros animais é a sua longa tromba, um prolongamento do nariz com divisão no lábio superior. Por causa disso, esses animais são chamados de animais de tromba.

O nariz prolongado pela tromba possui a função da respiração e também a de um órgão para agarrar. A tromba, pela força de seu músculo e pela espécie de presas que tem em sua ponta, é extraordinariamente habilidosa.



Fig. 1 - Elefante Africano, possui dois lóbulos na ponta da tromba.

Fonte: animais.com.sapo.pt



Fig. 2 - Elefante Indiano Asiático, possui um lóbulo na ponta da tromba.

Fonte: www.conservation.org

Os elefantes metem seu alimento (galhos, folhas, capim, raízes) com a ajuda da tromba na boca, e para beber eles enchem a tromba de água e a fazem jorrar na boca. O elefante africano macho pesa entre cinco mil e seis mil quilos, as fêmeas pesam entre três mil e 3,5 mil quilos. O elefante indiano pesa de três mil a cinco mil kg, seu tipo de pata é em forma de coluna, seu pé com artelhos – articulação do pé com a perna e com a sola composta do mesmo material do chifre, marfim, o que lhe facilita o rápido ataque ou a fuga. Existem também outros animais que habitam as florestas tropicais como o jaguar e o tigre, os macacos africanos, das ilhas de Sumatra e Boreo.

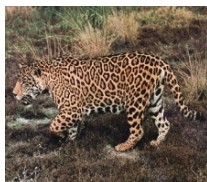


Fig. 3 - Jaguar



Fig. 4 - Tigre



Fig. 5 - Macaco Africano

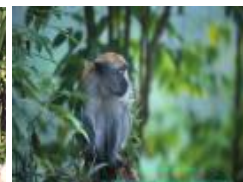


Fig. 6 - Macaco da ilha de Sumatra



Fig. 7 - Lince

Fontes: fig. 3: www.edu.pe.ca; fig. 4: www.fiocruz.br; fig. 5: animaisdomundo.com.sapo.pt; fig. 6: www.andonicanela.com; fig. 7: www.confagri.pt.

Anexo B

Texto nº 2: Semelhanças e diferenças entre as espécies de elefantes africana e asiática

O Elefante Africano – *Loxodonta africana*

REINO: Animália / SUBREINO: Eumatazoa / FILO: Chordata / SUBFILO: Vertebrata / SUPERCLASSE: Gnathostomata / CLASSE: Mammalia / SUBCLASSE: Eutheria / ORDEM: Proboscidea / FAMÍLIA: Elephantidea / GÊNERO: *Loxodonta* / ESPÉCIE: *Loxodonta africana* / ALTURA: 3 a 4 metros / PESO: Machos até 5,4 toneladas; Fêmeas até 3,6 toneladas / PESO DAS PRESAS: 100 Kg / TEMPO DE VIDA: cerca de 55 anos.

O elefante africano é o maior animal terrestre existente hoje. Tanto nos machos quanto nas fêmeas, há um prolongamento das presas (segundos incisivos superiores). Eles crescem durante toda a vida do animal e, portanto, são maiores nos mais velhos. Os elefantes usam presas para colher alimentos, transportá-los e também como armas de defesa.

A tromba é utilizada para respirar, cheirar, comer, comunicar-se, manipular objetos, ainda para defesa, ataque ou manifestação de afeto, banhar-se e beber (embora não bebam através das trombas, apenas absorvem água e a jogam dentro da boca). O elefante é um paquiderme (tem a pele espessa), que gosta de banhos e toma demoradas duchas com a sua própria tromba. Historicamente, os elefantes habitavam as áreas do Sul do Saara, embora atualmente estejam restritos às florestas, montes e savanas (terreno sem mata, mas com árvores esparsas) dos parques e reservas devido à invasão humana e à expansão agrícola. Pelo seu porte, os elefantes têm poucos predadores. Eles exercem uma forte influência sobre as savanas, pois mantêm árvores e arbustos sob controle, permitindo que pastagens dominem o ambiente. Eles vivem em manadas matriarcais migratórias complexas, com oito, dez ou 15 animais relacionados, liderados por uma fêmea dominante.

O *habitat* nativo do elefante é a savana aberta da África Central e Meridional. Em seu ambiente natural, os elefantes ocupam uma ampla extensão geográfica e costumam andar léguas em um único dia. Em cativeiro, eles precisam de bastante espaço para se locomover e viver. Quanto maior o número de elefantes, mais espaço é necessário. Eles podem ser encontrados em regiões com amplos trigais de grama alta intercalada com eventuais acácias e o baobá (a maior árvore da África, que oferece sombra aos elefantes). Áreas de terra e areia próximas aos lagos formam poças de lama para os elefantes se banharem, e a rocha grande oferece um perfeito coçador para a remoção de lama seca. Para se livrar de parasitas que se introduzem sob sua pele, ele rola na lama e polvilha-se de poeira antes de deitar-se ao sol.

A superpopulação de elefantes ocorre por estarem confinados aos parques e refúgios, algumas manadas cresceram mais do que podem ser sustentadas pelo *habitat* dentro das áreas restritas. Os elefantes possuem um sofisticado sentido de olfato e um ouvido muito aguçado. Pesquisas recentes sugerem que eles usam o som baixo (infrassom, que os seres humanos não podem ouvir) para comunicação a longa distância, dessa forma eles passam informações para os outros membros do grupo.

Os elefantes são herbívoros, sua dieta é composta de vários tipos de grama, feno, ervas, brotos dos galhos, arbustos e até árvores, frutas e vegetais. Comem incessantemente, o que não é surpreendente, visto o seu imenso tamanho. Seus longos e flexíveis troncos permitem que eles se abaixem para se alimentar de grama alta, bem como se espichem para alcançar apetitosos ramos de árvores, inacessíveis até a uma girafa. Em cativeiro, eles se alimentam de vários tipos de comida, inclusive feno, brotos (como acácias, pés de milho, bambu, amora, figo, maçãs, bananas, cenouras, inhame, farelo e rações para herbívoros).

Eles necessitam de 80 a 100 litros de água por dia e seu tempo de vida é em média de 60 a 70 anos. Essa espécie está ameaçada de extinção, pela caça ilegal e perda de seu *habitat*.

Historicamente, os primeiros mercados de marfim estiveram na Europa, América do Norte, Japão, Hong Kong, Cingapura e Índia. Atualmente, o comércio legal acontece somente no Japão. O marfim e seus dentes são usados em joias, teclas de piano, hanko (selos personalizados para assinatura de documentos oficiais, exigidos no Japão), acessórios para o cabelo, enfeites, jogo de xadrez, pequenos móveis e cofres, palhetas para tocar o shamisen (instrumento musical originário do Japão, semelhante a um pequeno banjo) e para outros objetos.

Sua pele e outras partes são um componente comercial de menos importância, enquanto que a carne é também utilizada por pessoas locais. A caça ilegal intensa por causa do marfim constituiu um sério problema de conservação, e muitos países enfrentaram fortes baixas na população de elefantes. Com a proibição sobre o uso do marfim, e o aumento das medidas contra a caça ilegal, aumentaram as populações de elefantes em alguns países. Entretanto, o debate quanto à necessidade e ao êxito da proibição do marfim prossegue hoje em dia. Alguns países, incluindo África do Sul, Namíbia e Botsuana, foram capazes de manejar sua população de elefantes e reclamaram contra o aumento dessas populações que foram a causa do aumento de suas perdas na agricultura, da redução do ganho originário com a caça e do aumento dos conflitos entre os elefantes e moradores locais. Propostas para autorizar o comércio legal de elefantes e de parte deles foram aceitas, permitindo aos três países citados acima vender individualmente quantidades fixas de marfim. O elefante africano ataca quando se sente em perigo. São muito agressivos na época de acasalamento, devido aos altos níveis de hormônios masculinos.

O tempo de gestação é longo, de 20 a 24 meses, e a fêmea tem uma cria de cada vez, ajudada por outras fêmeas e vigiada por toda a manada. Os filhotes podem nascer com 90 Kg e os pais levam muitos anos ensinando-os. Eles atingem a maturidade sexual entre os 8 e 12 anos. Os machos adolescentes tendem a viver em pequenos bandos e os machos adultos isolados, encontrando-se com as fêmeas apenas no período reprodutivo.

O Elefante Asiático ou Indiano – *Elephas maximus*

REINO: Animália / SUBREINO: Eumatazoa / FILO: Chordata / SUBFILO: Vertebrata / SUPERCLASSE: Gnathostomata / CLASSE: Mammalia / SUBCLASSE: Eutheria / ORDEM: Proboscidea / FAMÍLIA: Elephantidae / GÊNERO: *Elephas* / ESPÉCIE: *Elephas maximus* / ALTURA: Machos adultos medem de 2,40 a 3 metros; Fêmeas medem 2,5 metros / PESO: Machos aprox.: 5,0 toneladas; Fêmeas aprox.: 3,0 toneladas / PESO DAS PRESAS: 100 Kg / TEMPO DE VIDA: cerca de 55 anos.

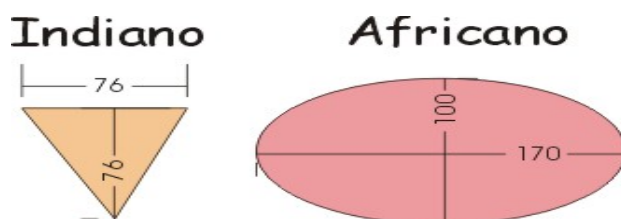
O elefante asiático tem uma pele grossa entre cinza e café, salpicada de pintas e pelos. Ainda que o alcance histórico do elefante asiático seja maior, hoje em dia eles habitam em áreas de florestas e pastos e terras baixas em Bangladesh, Butão, Brunei, Camboja, China, Índia, Indonésia, Laos, Malásia, Nepal, Sirilanka e Tailândia. Tanto o asiático quanto o africano são os maiores animais terrestres do mundo, únicos sobreviventes de uma grande família conhecida como proboscídea.

Eles vivem aos grupos de familiares, mães, irmãs e machos não adultos que são conduzidos pela fêmea mais velha, a matriarca. Esses grupos são compostos de 20 a 30 indivíduos, mas podem chegar até cem. Em estado selvagem esses animais podem viver até 60 anos. As populações selvagens diminuíram quase 97% desde 1990 e continuam baixando. O elefante asiático é inteligente e dócil e já foi utilizado pelos humanos como animal de carga, estrela de circo e ainda em guerras. Essa espécie está na lista dos animais ameaçados de extinção. A maior ameaça dos elefantes asiáticos é a perda do seu *habitat*, devido ao abuso do homem, eles são também assassinados por fazendeiros que os consideram uma peste.

A caça ilegal pelo marfim é um problema, não no mesmo grau que na África, onde tanto o macho quanto a fêmea desenvolvem presas de marfim. O uso dos elefantes cativos em meios tradicionais de subsistência, como extração da madeira, já é frequente, devido às mudanças na tecnologia e nas leis. Como consequência disso, alguns elefantes ficam mendigando nas ruas com seus guias enquanto tentam sobreviver. Alguns morrem de acidentes, são feridos ou sofrem abusos, além de receberem cuidado inadequado.

O modo de vida do elefante asiático é semelhante ao do elefante africano. Alimentam-se como os africanos, comem de 70 Kg a 150 Kg de comida diariamente, embora também gostem de comer cana-de-açúcar e arroz, causando graves prejuízos aos agricultores. Os elefantes indianos são relativamente dóceis e fáceis de domesticar, ao contrário dos seus parentes africanos, mas os machos também ficam agressivos na época do acasalamento. Comparativamente, o elefante possui olhos pequenos em relação ao tamanho do seu corpo. Além disso, as grandes orelhas e o seu corpo largo dificultam a visão lateral e impossibilita qualquer noção do espaço traseiro.

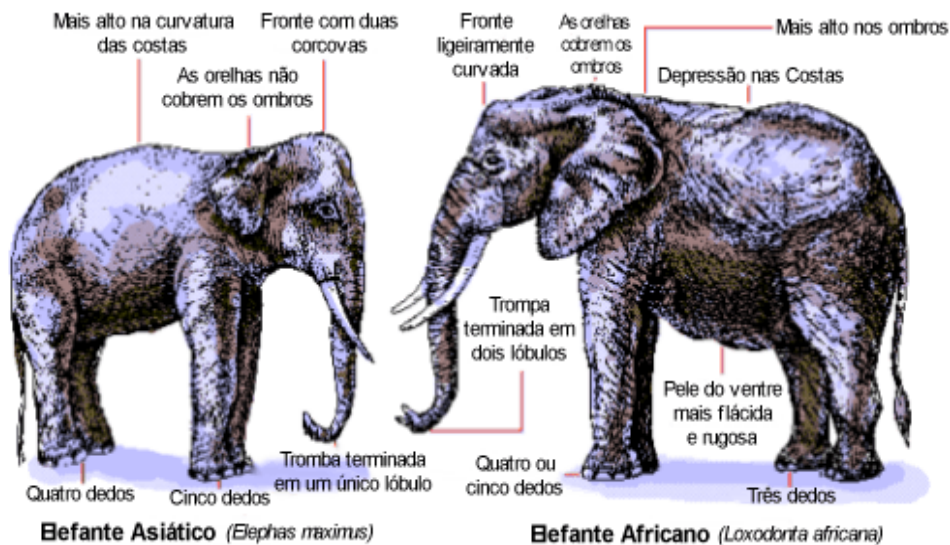
As orelhas do indiano possuem em média 76 cm de altura e 76 cm de largura, com um aspecto triangular. Já o africano possui orelhas bem maiores, porém de um aspecto mais circular.



As orelhas são relativamente finas. Em dias quentes, é normal que os elefantes batam suas orelhas. Não é nada de vento. As orelhas têm a capacidade de resfriar em torno de 6°C o sangue que por ali passa. Elas são de qualquer forma um bom resfriador natural. Os elefantes asiáticos não são iguais aos africanos, apesar de existirem muitas semelhanças. Quando comparados com os elefantes africanos, os asiáticos são menores, e têm orelhas menores e uma frente mais achatada. A tromba do elefante asiático é um prolongamento do nariz e termina em uma ponta bem ágil e sensível, como uma espécie de dedo. Somente o elefante macho asiático possui presas de marfim. Nitidamente menores quando em posição de repouso, os seus pavilhões auriculares não cobrem totalmente as costas, como sucede com o elefante-africano, mas desempenham a mesma função reguladora da temperatura nestas duas espécies. Casos de elefantes albinos acontecem somente nos asiáticos. Eles são considerados como sagrados. Antigamente eles eram presentes muito valiosos entre os marajás.

Alguns elefantes-asiáticos apresentam manchas de despigmentação de tamanho variável na testa, na tromba e nas orelhas, conferindo um status especial ao animal que as ostentava, e assim nasceu a lenda dos elefantes-brancos. Na maioria dos casos, porém, não se tratava de animais realmente albinos e as suas manchas eram até de pequenas proporções. As presas, (que são os dentes incisivos superiores), são pequenas nos machos (mas em casos raros, quando não desgastadas, podem crescer bastante) e rudimentares nas fêmeas (não visíveis). Os elefantes não têm caninos, têm dois incisivos superiores (as presas) e quatro molares funcionais de cada vez, que vão sendo substituídos periodicamente ao longo da vida do animal, em seis fases sucessivas: a primeira aos dois anos; a segunda aos seis anos; a terceira aos nove; a quarta e primeira dentição de adulto entre os 20 e 25 anos; finalmente, surgem os quinto e sexto pares de molares. Os elefantes velhos não desenvolvem novos molares, à medida que estes se desgastam, vai sendo cada vez mais difícil alimentarem-se, levando-os a um enfraquecimento gradual e à morte. Os sentidos da audição e do olfato estão bem desenvolvidos. A pele grossa, com pelos escassos, é muito sensível, e por isso é molhada constantemente e esfregada na terra. As patas anteriores têm cinco unhas e as posteriores quatro.

COMPARAÇÃO ENTRE OS ELEFANTES: AFRICANO E ASIÁTICO



Os elefantes são animais altamente sociais. Embora andem em grupos de até 25 indivíduos na selva, manter um grande número de elefantes em um zoológico seria dispendioso até para o mais proeminente deles. Em cativeiro, grupos de dois a seis são mais comuns. Os elefantes podem ficar deprimidos quando não têm contato com outros animais da mesma espécie.

Quando estão deprimidos ou irritados costumam fazer aquele familiar e estrondoso som de trombeteio. Devido à sua natureza altamente social, um elefante irritado pode em pouco tempo afetar toda a manada com a sua depressão. Os elefantes são animais resistentes que dificilmente adoecem. Quando isso acontece, devido à sua forte constituição física, resistem à doença durante um tempo relativamente longo antes de terem a vida ameaçada. O cativeiro não é um ambiente favorável para a sua reprodução. Por ser o maior mamífero do mundo, o elefante se sente relativamente seguro na selva, pelo menos em relação a outros animais. Em geral, eles toleram apenas animais da própria espécie.

Embora não temam nada nem ninguém, até mesmo o maior dos predadores, ainda fica muito inquieto quando se aproximam desses animais. Mesmo o búfalo e o rinoceronte, que não são predadores, podem fazer com que os elefantes se sintam desconfortáveis. O Quênia tenta salvar os elefantes numa advertência apoiada por ambientalistas e especialistas. As cinco nações querem vender suas reservas governamentais de marfim bruto e obter cotas para um comércio limitado.

O dinheiro obtido seria destinado ao trabalho de conservação de seus elefantes. Segundo o Quênia, isto será o sinal verde para a caça ilegal. O Quênia e a Índia, países com populações de elefantes, dizem que o sistema de Supervisão da Matança Ilegal de Elefantes, adotado em 1997, precisa de tempo para produzir informação básica para constatar mudanças futuras. Estão sendo dados os primeiros passos na África e nem mesmo foi estabelecido em boa parte da Ásia. O apetite insaciável do Japão pelo marfim está novamente sob o fogo dos ambientalistas, enfurecidos, desta vez, por uma campanha publicitária: diversas empresas que comercializam artigos confeccionados com este material, procedente das presas de elefantes em risco de extinção, publicaram uma série de anúncios nos jornais mais importantes do país. O elefante é considerado sagrado em boa parte da Ásia meridional e sul-oriental, onde é elemento essencial do contexto religioso e monárquico. Mas seu status não o salvou de matanças ilegais. Os ativistas estimam que quatro peças que fossem apreendidas utilizaram as presas de pelos menos três machos, provavelmente sacrificados nas florestas de Nilgiri, onde 65% das mortes de elefantes são causadas por caçadores ilegais.

(Texto utilizado durante e após a construção dos conhecimentos sobre a família *Elephantidae*.)