UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

Tese de Doutorado

**O Tempo Geológico no Ensino Fundamental
e Médio: os estudantes e os livros didáticos.**

Jeferson Botelho de Oliveira

Orientador Prof. Dr. Nelio Marco Vincenzo Bizzo

São Paulo
2006

A natureza vive em movimento
James Hutton

*Dedico esta tese as
minhas adoráveis
filhas
Laís e Heloísa*

Agradecimentos

Em primeiro lugar desejo agradecer à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, que possibilitou o desenvolvimento desta tese de doutorado;

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Nélío Marco Vincenzo Bizzo, que me recebeu e me orientou neste maravilhoso caminho;

Ao Centro Universitário Nove de Julho (UNINOVE) pelo apoio durante a elaboração desta tese;

À minha mãe Zilda Antunes pelo constante apoio e paciência;

Aos amigos e amigas do GONB da FEUSP;

As minhas amigas pelo precioso auxílio na fase final desta tese, as Professoras Dras. Rosileny Alves dos Santos e Lucia Maria Gonzales Barbosa, da área de Psicologia e Educação da UNINOVE.

Aos amigos do Departamento de Ciências Biológicas da UNINOVE, André Paulo Correa de Carvalho, Armando Luiz Serra, Nicolas Lavor de Albuquerque, Ricardo Junqueira, Adriana Pires;

Ao amigo Danilo Cesar De Amorim Molina pelo precioso auxílio em informática;

Ao Paulo Henrique de Azevedo Sobreira, que sempre me aconselhou nas horas mais difíceis;

Ao Cleusson Borleto e ao Ronaldo Moraes da Escola de Ecologia de São Caetano do Sul, SP pelo apoio.

RESUMO

A análise das colunas geológicas consultadas a partir de diferentes livros didáticos, possibilitou compreender como o tempo geológico aparece no ensino de evolução, junto à disciplina de biologia do ensino médio e na disciplina de geografia do ensino fundamental, enfocando a origem e as transformações do relevo terrestre ao longo das eras geológicas.

Foi possível observar inúmeras informações heterogêneas e problemáticas didáticas, revelando problemas de ordem estrutural e cognitiva, que podem prejudicar professores e alunos no entendimento do tempo profundo, apresentando eventos desorganizados ou omitidos.

Procurou-se ressaltar os principais marcos da construção da coluna geológica assim como os principais personagens envolvidos; citando *James Hutton*, *John Playfair*, *Charles Lyell*, *Charles Darwin*. Responsáveis estes parcialmente pelas modificações do pensamento filosófico-científico da Europa durante os séculos XVIII e XIX, destituindo o antigo pragmatismo dominante da crença de um planeta com 6000 anos de idade.

As escalas temporais envolvidas como o mega-intervalo Pré-Cambriano, com 4,0 bilhões de anos de duração ou representando cerca de 85% do tempo geológico, muitas vezes foi apresentado graficamente diminuído ou omitido nas colunas geológicas analisadas.

Detectou-se também problemas gráficos visuais com o *Eon Fanerozóico*, exibindo superdimensionamento das eras e períodos sem nenhuma justificativa aparente, e ressaltando com frequência, graficamente, a Era Cenozóica com distinto grau de importância, apesar desta apresentar o menor intervalo de tempo registrado na coluna geológica, aproximadamente 65 milhões de anos.

A compreensão cognitiva do tempo geológico é complexa e os livros didáticos pouco ajudam seu aprendizado. As evidências fósseis são tomadas como decisivas para a compreensão do tempo geológico.

Como parte do trabalho, foram analisadas entrevistas com crianças e adolescentes moradores de jazigos fossilíferos, a fim de compreender como as evidências que lhes são próximas possivelmente influenciaram as idéias que elaboravam sobre o passado do planeta. O trabalho termina discutindo implicações didáticas de diferentes perspectivas.

ABSTRACT

The analysis of the geologic column consulted from different didactic books has made possible comprehend how the geologic time appears in the evolution teaching, as a discipline of the biology in the high school, and in the discipline of geography in the school focus in the origin and the transformation of the earth through the geologic era.

It was possible to observe uncountable heterogeneous information, and didactic problems, revealing troubles of structural and cognitive order, which difficult teachers and students in the understanding of the deep time, introducing unordered and omitted events.

It was highlighted the main steps of the construction of the geologic column as well as the characters involved: citing *James Hutton*, *John Playfair*, *Charles Lyell*, *Charles Darwin*. These were responsible by the changes of the scientific-philosophic thinking of the Europe during the XVIII and XIX, destroying the old pragmatism of the faith of a planet with 6000 years old.

The temporal scales involved with the Pre-Cambrian mega interval, with 4.0 billion years or representing circa 85% of the geologic time, many times was presented graphically shortened or omitted in the geologic columns revised.

It has been detected too graphic troubles with the *Eon* Phanerozoic, showing over dimensioning of the era and periods without any real motive, and highlighting frequently the Cenozoic Era with distinct degree of importance, however it has one of the shortest length in the geologic column, with about 65 million years.

The cognitive comprehension of the geologic time is complex and the didactic books softly help your learning. The fossil evidence are considered decisive to the comprehension of the geologic time.

As part of the work, it was analyzed some interviews with children and teenagers living near animals and plants fossils samples, to comprehend how the neighborhood evidence could have influenced the ideas that made it about the planet past. The manuscript and discussing didactic implications, from different perspectives.

SUMÁRIO

Capítulo 1 – Introdução	1
1.1. Importância do tema pesquisado	4
1.2. Objetivos	5
Capítulo 2 - Cronologia do tempo geológico	7
2.1. A interpretação do tempo geológico ao longo dos séculos.....	7
2.2. Construção dos conceitos.....	8
2.3. O Catastrofismo.....	9
2.4. James Hutton e o tempo profundo.....	11
2.5. O Netunismo.....	13
2.6. Charles Lyell e a pragmatização do uniformitarismo.....	15
2.7. Darwin e o tempo geológico.....	17
2.8. A salinidade e a datação do tempo geológico.....	19
2.9. Taxas de deposição.....	19
2.10. A descoberta da radioatividade.....	20
2.11. O registro fossilífero.....	21
2.12. Bacias sedimentares.....	21
2.13. Unidades estratigráficas.....	22
2.14. Unidades cronoestratigráficas e geocronologia.....	23
2.15. A construção da coluna geológico.....	24
2.16. Breve síntese histórica da construção da coluna geológica.....	28
2.17. Divisões cronológicas do tempo Pré-Cambriano.....	33
2.18. O Eon Arqueano.....	33
2.19. O Eon Proterozóico.....	34
2.20. A Era Hadeana.....	37
2.21. Tectônica de placas e a deriva continental.....	39
Capítulo 3 - A moderna coluna geológica	44
3.1. Eon Fanerozóico – Era Paleozóica.....	44
3.2. O Período Cambriano.....	44
3.3. Resumo histórico e classificação do Período Cambriano.....	45
3.4. O Período Ordoviciano.....	49
3.5. Resumo histórico e classificação do Período Ordoviciano.....	50
3.6. O Período Siluriano.....	53
3.7. Resumo histórico e classificação do Período Siluriano.....	54
3.8. O Período Devoniano.....	57
3.9. Resumo histórico e classificação do Período Devoniano.....	58
3.10. O Período Carbonífero - Mississipiano / Pensilvaniano.....	62
3.11. Resumo histórico e classificação do Período Carbonífero.....	63
3.12. O Período Permiano.....	67

3.13. Resumo histórico e classificação do Período Permiano.....	68
3.14. Eon Fanerozóico – Era Mesozóica.....	71
3.15. O Período Triássico.....	71
3.16. Resumo histórico e classificação do Período Triássico.....	72
3.17. O Período Jurássico.....	76
3.18. Resumo histórico e classificação do Período Jurássico.....	77
3.19. O Período Cretáceo.....	81
3.20. Resumo histórico e classificação do Período Cretáceo.....	82
3.21. Eon Fanerozóico – Era Cenozóica.....	86
3.22. O Período Paleogeno (antigo Terciário).....	86
3.23. Resumo histórico e classificação do Período Paleogeno.....	87
3.24. O Período Neogeno (antigo Quaternário).....	90
3.25. Resumo histórico e classificação do Período Neogeno.....	91
Capítulo 4 – Evidências paleontológicas e a compreensão dos estudantes.....	94
4.1. Relação dos entrevistados, faixa etária, série escolar, transcrições parciais ...	94
4.2. Entrevista 1 – Bruno.....	95
4.3. Entrevista 2 - Carlos Alberto.....	101
4.4. Entrevista 3 - Gabriel.....	104
4.5. Entrevista 4 - Joaquina.....	110
4.6. Entrevista 5 - Luciana.....	113
4.7. Entrevista 6 - Elaim.....	118
4.8. Entrevista 7 - Vandeilson.....	126
4.9. Relação dos entrevistados, faixa etária, série escolar, transcrições parciais ...	128
4.10. Entrevista 1 – Renan.....	129
4.11. Entrevista 2 – Riciani.....	134
4.12. Entrevista 3 – Eliana.....	141
4.13. Entrevista 4 – Andressa.....	149
4.14. Entrevista 5 – Miguel.....	154
4.15. Entrevista 6 – Ketlein.....	158
4.16. Entrevista 7 – Graziani.....	163
4.17. Entrevista 8 – Bruna.....	168
4.18. Entrevista 9 – Renata.....	172
Capítulo 5 - A coluna geológica nos livros didáticos de biologia e de geografia.....	178
Capítulo 6 – Considerações e implicações para o ensino.....	227
Capítulo 7 – Referências bibliográficas.....	245
Capítulo 8 – Anexos.....	254

TABELAS

Tabela 1.	O Tempo geológico aplicado.....	3
Tabela 2.	Coluna geológica internacional.....	27
Tabela 3.	A posição da coluna geológica nos séculos XVIII e XIX.....	32
Tabela 4.	Coluna geológica dos eons Arqueozóico e Proterozóico.....	36
Tabela 5.	O Período Hadeano.....	38
Tabela 6a.	Coluna geológica do Período Cambriano.....	46
Tabela 6b.	Coluna geológica do Período Cambriano.....	47
Tabela 6c.	Coluna geológica do Período Cambriano.....	48
Tabela 7a.	Coluna geológica do Período Ordoviciano.....	51
Tabela 7b.	Coluna geológica do Período Ordoviciano.....	52
Tabela 8a.	Coluna geológica do Período Siluriano.....	55
Tabela 8b.	Coluna geológica do Período Siluriano.....	56
Tabela 9a.	Coluna geológica do Período Devoniano.....	59
Tabela 9b.	Coluna geológica do Período Devoniano.....	60
Tabela 9c.	Coluna geológica do Período Devoniano.....	61
Tabela 10a.	Coluna geológica do Período Carbonífero.....	64
Tabela 10b.	Coluna geológica do Período Carbonífero.....	65
Tabela 10c.	Coluna geológica do Período Carbonífero.....	66
Tabela 11a.	Coluna geológica do Período Permiano.....	69
Tabela 11b.	Coluna geológica do Período Permiano.....	70
Tabela 12a.	Coluna geológica do Período Triássico.....	73
Tabela 12b.	Coluna geológica do Período Triássico.....	74
Tabela 12c.	Coluna geológica do Período Triássico.....	75
Tabela 13a.	Coluna geológica do Período Jurássico.....	78
Tabela 13b.	Coluna geológica do Período Jurássico.....	79
Tabela 13c.	Coluna geológica do Período Jurássico.....	80
Tabela 14a.	Coluna geológica do Período Cretáceo.....	83
Tabela 14b.	Coluna geológica do Período Cretáceo.....	84
Tabela 14c.	Coluna geológica do Período Cretáceo.....	85
Tabela 15a.	Coluna geológica do Período Paleogeno.....	88
Tabela 15b.	Coluna geológica do Período Paleogeno.....	89
Tabela 16.	Coluna geológica do Período Neogeno.....	93
Tabela 17.	L.D.s analisados.....	179

FIGURAS

Figura 1.	Rochas sedimentares.....	30
Figura 2.	Áreas geográficas das primeiras definições do tempo geológico.....	31
Figura 3.	Mosaico das placas geológicas com áreas vulcânicas ativas.....	40
Figura 4.	Reconstrução do mapa do mundo e a teoria da deriva.....	42
Figura 5.	Reconstrução do mapa do mundo e a teoria da deriva.....	43
Figura 6.	O globo terrestre no Período Cambriano.....	44
Figura 7.	O globo terrestre no Período Ordoviciano.....	49
Figura 8.	O globo terrestre no Período Siluriano.....	53
Figura 9.	O globo terrestre no Período Devoniano.....	57
Figura 10.	O globo terrestre no Período Carbonífero.....	62
Figura 11.	O globo terrestre no Período Permiano.....	67
Figura 12.	O globo terrestre no Período Triássico,.....	71
Figura 13.	O globo terrestre no Período Jurássico.....	76
Figura 14.	O globo terrestre no Período Cretáceo.....	81
Figura 15.	O globo terrestre no Período Paleogeno.....	86
Figura 16.	O globo terrestre no Período Neogeno.....	90
Figura 17a.	Coluna 1a.....	181
Figura 17b.	Coluna 1b.....	182
Figura 18.	Coluna 2.....	185
Figura 19.	Coluna 3.....	188
Figura 20a.	Coluna 4a.....	190
Figura 20b.	Coluna 4b.....	191
Figura 21.	Coluna 5.....	194
Figura 22a.	Coluna 6a.....	196
Figura 22b.	Coluna 6b.....	197
Figura 22c.	Coluna 6c.....	198
Figura 23.	Coluna 7.....	201
Figura 24a.	Coluna 8a	203
Figura 24b.	Coluna 8b.....	204
Figura 25a.	Coluna 9a.....	207
Figura 25b.	Coluna 9b.....	208
Figura 26.	Coluna 10.....	210
Figura 27.	Coluna 11.....	212
Figura 28.	Coluna 12.....	214
Figura 29a.	Coluna 13a.....	216
Figura 29b.	Coluna 13b.....	217
Figura 30.	Coluna 14.....	219
Figura 31.	Coluna 15.....	222
Figura 32.	Coluna 16.....	225

ANEXOS

Anexo 8.1. Relação dos livros didáticos das colunas analisadas.....	254
Anexo 8.2. Termos mais utilizados da Chapada do Araripe – PE.....	262
Anexo 8.3. Termos mais utilizados do município de Mata – RS.....	263
Anexo 8.4. Coluna geológica 1.....	264
Anexo 8.5. Coluna geológica 2.....	265
Anexo 8.6. Coluna geológica 3.....	266
Anexo 8.7. Coluna geológica 4.....	267
Anexo 8.8. Coluna geológica 5.....	268

Capítulo 1 - Introdução

Na primeira parte desta tese a coluna geológica atual é comentada, demarcando alguns fatos a respeito de seu estabelecimento original. Pretende-se, por um lado, “humanizar” a coluna geológica, mostrando que ela é fruto do trabalho de pessoas, reais e tangíveis, em um tempo histórico e um espaço. Sem a pretensão de realizar uma historiografia do tempo geológico, mostra-se que ela foi um esforço coletivo e, como tal, tem certas marcas de “nascença”, que serão comentadas, o que torna previsível uma irregularidade na exposição, no intuito de atender algumas peculiaridades no estabelecimento de um ou outro estrato.

Mas, por outro lado, pretende-se mostrar como o estabelecimento do entendimento atual de tempo geológico demandou um longo tempo, que teve início com um princípio de consenso entre “especialistas” de uma especialidade nascente – a geologia – sobre a ordem das camadas geológicas. Por décadas foi possível manter um campo de estudos sintonizado em torno de termos como “Siluriano”, “Cambriano” e “Cretáceo”, mesmo se para alguns o Siluriano fosse a prova da Criação Divina - o Gênesis estampado em rocha – e para outros ele estivesse distante milhões de anos. Enquanto havia um razoável consenso sobre a datação absoluta de tais camadas, que perdurou muitas décadas, o estabelecimento de uma geocronologia baseada no decaimento radioativo foi fenômeno relativamente breve e quase que universalmente consensual. As razões que impedem o completo consenso se referem a questões sobretudo religiosas.

Na segunda parte desta tese, estudamos como os jovens que iniciam seus estudos no ensino fundamental percebem o tempo geológico. Escolhemos jovens que vivem em locais muito especiais: jazigos fossilíferos notáveis. Dentre todos estudantes, sem dúvida eles têm uma visada muito especial do passado geológico da Terra, pois convivem com evidências que demandam a elaboração de concepções sobre o passado de nosso planeta. Os estudantes do sul do país convivem com troncos fossilizados de árvores enormes e muitas histórias sobre anfíbios e répteis gigantes. Os estudantes do nordeste vivem em locais nos quais encontram peixes fósseis em grande abundância e devem explicá-los levando em consideração que as condições atuais são bem distintas. De certa forma, suas mentes enfretam os mesmos desafios daqueles cientistas de outrora. Quais são suas dificuldades,

que tipo de “obstáculos epistemológicos” podem ser divisados, na perspectiva de uma compreensão mais ampla do tempo transcorrido para a substituição das biotas que conhecem?

Por fim, na última parte, estudamos o principal meio disponível para a maioria das pessoas construírem suas concepções de tempo geológico: os livros didáticos. Estudamos as colunas geológicas de livros do ensino fundamental e médio no intuito de cotejar as dificuldades de estudantes de certa forma privilegiados, pois conhecem muitos fósseis, e os marcos principais da construção da coluna geológica. Procuramos aferir a acuidade factual e conceitual das colunas geológicas e os recursos didáticos utilizados para tornar o tempo geológico, em toda sua surpreendente extensão, compreensível ao estudante de hoje.

É notório que nas últimas décadas o volume de informações científicas relacionadas com as Ciências da Terra e da Vida gerou um grande número de livros técnicos, derivando várias séries de livros didáticos e paradidáticos de Biologia e Geografia do ensino fundamental e médio (Tabela 1).

Com interpretações pertinentes à dinâmica interna e externa da crosta terrestre, assim como a reconstituição da sucessão temporal da fauna e flora ao longo do tempo geológico. Revelando inúmeros registros preservados nas rochas, como assinaturas químicas, minerais e fósseis.

As rochas são formadas por minerais e podem ser classificadas de acordo com sua gênese ou origem em: rochas ígneas ou magmáticas, rochas metamórficas, e rochas sedimentares (Figura 1), podendo ser estas últimas portadoras de fósseis. Os eventos ocorridos no passado e materializados nessas rochas contribuem para reconstituições pretéritas de ordem paleoambiental, paleoecológica e paleogeográfica, obedecendo a intervalos cronoestratigráficos específicos, os quais são representados em mapas e pontuados na coluna geológica.

Quando um professor ou estudante de ensino fundamental ou médio procura compreender os eventos ocorridos na história da Terra de acordo com as teorias atuais, depara-se com inúmeras dificuldades relacionadas com a escala de magnitude do tempo geológico, uma vez que as unidades de tempo utilizadas são da ordem de milhões a bilhões de anos, dificultando sua compreensão e aprendizado do ponto de vista cognitivo.

Na tentativa de interpretar a história da Terra, os modelos de tempo geológico sempre foi calibrado por eventos biológicos e geológicos, organizados através de macro-divisões denominadas Eons, Eras, Períodos, Sistemas ou Andares. Essa nomenclatura aplicada em âmbito científico internacional é bastante utilizada na organização desse tempo, e conseqüentemente retrata características geográficas e geológicas locais, como também a própria evolução orgânica.

Sintetizar elevado número de informações geológicas e paleontológicas que se modificam e se somam a cada ano, e transferi-las para a educação formal, resulta em inúmeras dificuldades de relevo para sua aprendizagem. Principalmente por tratar-se de conceitos de ordem cognitiva profunda, enfrentados por professores e alunos na sala de aula, com a utilização de materiais didáticos que por si só tornam-se deficientes quanto à cultura da interpretação da própria coluna geológica.

A compreensão da extensão do tempo geológico é fundamental para entender os mecanismos que regem a evolução orgânica e as modificações intrínsecas e extrínsecas do planeta. Isso tem sido relevante desde os primórdios da elaboração científica da evolução e seus mecanismos, com a escola denominada “uniformitarismo”, na tradição de Playfair e Hutton, que teve na obra de Charles Lyell sua expressão mais influente no pensamento de Charles Darwin e seus contemporâneos.

Tabela 1. – O Tempo geológico aplicado à geologia, geografia e biologia / Ensino de Evolução.

ÁREAS ESPECÍFICAS	TEMAS
Geologia	Descrição / datação das rochas, minerais, meteoritos e fósseis.
Geografia	Descrição dos relevos; clima, intemperismo e erosão.
Biologia	Evolução, extinção das espécies e relações ecológicas.

1.1. Importância do tema pesquisado

Em geral os professores de geografia do ensino fundamental e de biologia no ensino médio têm dificuldades de assimilação e interpretação de alguns conceitos por eles mesmos ensinados em sala de aula. Compreender os conceitos elementares sobre o tempo geológico torna-se tão desafiador como as dificuldades enfrentadas pela comunidade científica no desenvolvimento da coluna geológica, processo que só ocorreu, gradativamente, a partir do final do Século XVIII.

As teorias evolutivas nos termos em que são entendidas hoje não podiam florescer dado o reduzido espaço de tempo que se colocava à disposição para a sucessão de eventos biológicos a explicar. Tanto para Charles Darwin naquele tempo quanto para o estudante de hoje, a falta da compreensão da magnitude do tempo geológico é um importante obstáculo para a compreensão do processo evolutivo (Bizzo, 2002a).

Na maioria das vezes a formação dos professores é deficitária quanto aos aspectos históricos geológicos e dimensionais, em sua formação, na maioria das vezes, aborda o tempo geológico de maneira superficial. Os materiais didáticos nem sempre exibem a coluna geológica adequada, e quando esta é apresentada geralmente encontra-se desatualizada e não obedece a nomenclatura e normatização definida pela União Internacional de Ciências Geológicas (IUGS).

A influência do “tempo profundo” é perceptível numa variedade de disciplinas científicas incluindo geologia, cosmologia e biologia evolucionária, e qualquer pesquisador ou estudante que queira trabalhar em alguma dessas áreas, deve em primeiro lugar ter uma boa compreensão sobre o “tempo profundo” (DODICK & ORION, 2003).

As espécies biológicas sofrem mudanças que demandam tempo, e através dos fósseis e das evidências moleculares, é possível efetuar reconstituições filogenéticas, evidenciando-se a importância do ensino sobre tempo geológico por parte dos educadores para o entendimento de tal conceito (HOFMANN & WEBER, 2003).

Para o ensino da magnitude do tempo geológico é importante demonstrar sua construção dimensional ao longo da história, correlacionando os inúmeros eventos físicos ocorridos na crosta terrestre assim como a sucessão da biota, desenvolvendo modelos didáticos que facilitem sua compreensão. A despeito da importância crítica deste conceito,

é dada muita pouca atenção pelos educadores nas áreas de ciências (DODICK & ORION, 2003).

1.2. Objetivos

Esta tese de doutorado consta de três etapas: a primeira consiste em apresentar uma cronologia científica e os principais personagens envolvidos na compreensão do tempo geológico e da construção da coluna geológica entre os séculos XVIII e XIX, assim como apresentar atualizações cronoestratigráficas descritas a partir do século XX e mais recentemente em 2005. Busca-se estabelecer marcos importantes na história da ciência, de maneira a sintetizar as contribuições que o desenvolvimento do pensamento científico sobre o tempo geológico trouxe para os modelos de evolução biológica e dos eventos geológicos marcantes.

A segunda e principal etapa deste estudo destaca a análise de um elenco de transcrições inéditas, selecionadas especialmente para esta tese de doutorado a partir das entrevistas efetuadas pelo Prof. Dr. Nelio Marco Vincenzo Bizzo da FEUSP, com jovens moradores residentes em duas regiões portadoras de jazigos fossilíferos naturais como na Chapada do Araripe (PE) e no município de Mata (RS).

A terceira e última etapa abordada exhibe um conjunto de análises formais e sintéticas a partir de uma série de colunas geológicas extraídas de livros didáticos de geografia do ensino fundamental e de biologia do ensino médio, verificando se estas encontram-se relativamente atualizadas e oferecem um mínimo de substrato para a compreensão do tempo geológico. As análises também abordaram aspectos relacionados à pertinência metodológica sobre o tempo geológico e adequação em nível de desenvolvimento cognitivo com foco nos alunos aos quais se dirigem.

Em resumo, esta pesquisa tem por objetivo apresentar:

1- O levantamento cronológico sobre a história do desenvolvimento da construção do Tempo Geológico, segundo James Hutton, John Playfair, Charles Lyell e Charles Darwin;

2- Analisar entrevistas coletadas com jovens moradores de duas regiões portadoras de jazigos fossilíferos, como na Cidade de Ararapina na Chapada do Araripe (Formação Santana) em Pernambuco, e no Município de Mata (Formação Santa Maria) no Rio Grande do Sul, e verificar como o tempo geológico aparece em seu discurso.

3- Verificar como as colunas geológicas são apresentadas nos livros didáticos do ensino fundamental de Geografia e no ensino médio de Biologia;

Capítulo 2 - Cronologia do tempo geológico

Como referência teórica para a compreensão da construção da coluna geológica durante os séculos XVIII e XIX, procurou-se ressaltar os principais marcos na História da Ciência com referência aos conceitos filosóficos do tempo geológico. Procurou-se utilizar algumas reimpressões de fontes primárias como *A Origem das Espécies* de Charles Darwin, a *Teoria da Terra* de James Hutton, *Ilustrações da Teoria da Terra* de John Playfair, *Princípios de Geologia* de Charles Lyell e outras fontes secundárias como guia para as interpretações analíticas dos personagens envolvidos na concepção do tempo geológico.

2.1. A interpretação do tempo geológico ao longo dos séculos

De acordo com BRODY & BRODY (2002) em 560 a.C., o filósofo grego Xenófanes de Colófon (570-475 a.C.) encontrou conchas marinhas incrustadas em estratos rochosos no alto de montanhas da Grécia. Xenófanes julgou que as conchas haviam se incrustado ali durante um dilúvio catastrófico. Em meados do século 17, o naturalista francês Isaac de la Peyrere (1594-1676) publicou um livro sobre algumas “pedras” com formatos inusitados que haviam sido encontradas na zona rural da França, e aventou que as “pedras” haviam sido moldadas por homens primitivos que viveram antes da época de Adão. A vida de De La Peyrere foi ameaçada, e seu livro queimado em público em 1655 (BRODY & BRODY, 2002).

Segundo RONAN (1987) o naturalista francês Georges-Louis Leclerc de Buffon (1707-88) publicou o primeiro livro de sua obra de 44 volumes sobre história natural, afirmando que parte da vida animal estava extinta e que os animais sofrera alguma mudança evolutiva. Afirmou também que alguns mamíferos poderiam ter ancestrais *comuns* e que foram fisicamente diferentes dos mamíferos daquela época; gerando censuras de cientistas e de teólogos sobre suas idéias de evolução e do seu conceito de história geológica em etapas, o qual sugeria uma escala cronológica em até 35 mil anos para explicar a história da Terra (RONAN,1987).

Em 1771, Johann Friedrich Esper (1732-81) encontrou ossos humanos em uma caverna na Alemanha, juntamente com o esqueleto de um urso extinto e próximo a Hoxne, Inglaterra, em 1790, o arqueólogo britânico John Frere (1740-1807) encontrou alguns utensílios de sílex da Idade da Pedra em meio a ossos de outros animais que já não existiam na Terra (BRODY & BRODY, 2002). Em outros lugares da Europa, encontraram-se crânios humanos em meio a vestígios semelhantes aos achados em Hoxne e a numerosos outros tipos de descobertas fósseis, tudo formando uma imagem não encontrada na Bíblia; corroborando para imagem de uma Terra muito mais antiga com espécies já extintas (BRODY & BRODY, 2002).

2.2. Construção dos conceitos

A ciência moderna não surgiu na Europa por acaso e ao longo dos séculos XV e XVII eclodiram no continente diversos movimentos que apontavam na direção de uma sociedade diferente daquela que existira durante os quase mil anos da Idade Média (BRAGA *et al.*, 2004).

O pensamento científico ocidental era bastante restrito na maneira como se tentava compreender a natureza, um exemplo contrário encontra-se em PAPAVERO *et al* (1997), quando se comenta sobre um autor árabe que chegou admitir que a paisagem de um mesmo lugar da Terra poderia sofrer várias mudanças ao longo do tempo. Foi o grande cosmógrafo e naturalista persa Zakariya Muhammad al-Qazwini (c. 1203-1283), que em seu *Djarib al-Waldjejat* (“As maravilhas da *Criação* e a estranheza dos seres”) em Beaumont *in* Papavero *et al* (1995), apresenta um trecho sobre o assunto, que exemplifica o quanto foi difícil demonstrar para o vulgo a evolução do planeta e dos seres vivos:

- “Passando um dia por uma cidade muito antiga e prodigiosamente povoada, perguntei a um de seus habitantes quando havia sido fundada. ‘É de fato’, respondeu ele, ‘uma cidade muito antiga, mas não sabemos desde quando existe e nossos antepassados ignoravam tanto quanto nós’. Cinco séculos mais tarde passei pelo mesmo lugar e não pude

perceber vestígio algum de cidade. Perguntei a um camponês, ocupado em colher uvas no antigo local da cidade, há quanto tempo ela havia sido destruída. ‘Em verdade’, disse-me ele, ‘é uma estranha questão, [pois] esse terreno nunca foi outra coisa senão o que é no presente’. ‘Mas não havia aqui antigamente’, repliquei, ‘uma esplêndida cidade?’ ‘Nunca’, respondeu-me, ‘pelo menos desde que podemos julgar [ou] pelo que vimos e nossos pais nunca nos falaram de algo semelhante’. Quando voltei, quinhentos anos mais tarde, aos mesmos lugares, encontrei-os ocupados pelo mar e na praia estava um grupo de pescadores, aos quais perguntei desde quando se encontravam essas terras sob as águas. ‘Isso é pergunta’, disseram-me eles, ‘que se faça a pessoas como nós? Este lugar sempre foi assim’. Ao final de quinhentos anos regressei mais uma vez e o mar tinha desaparecido; informei-me de um homem que se encontrava sozinho naquele lugar há quanto tempo ocorrera àquela mudança e deu-me a mesma resposta anteriormente. Enfim, após um lapso de tempo igual aos precedentes, ali regressei uma última vez, encontrando uma cidade florescente, mais povoada e mais rica em momentos que a primeira que visitara; assim que quis informar-me sobre sua origem, os habitantes responderam: “A data de sua fundação perde-se na Antigüidade mais remota, ignoramos desde quando existe e nossos pais não sabem mais do que nós”.

2.3. O Catastrofismo

Em GOULD (1991) é citado que durante os séculos XVII e XVIII a doutrina do **catastrofismo** influenciou fortemente o pensamento das pessoas sobre a dinâmica da Terra. Segundo TARBUCK & LUTGENS (1999) os catastrofistas acreditavam que a paisagem da Terra tinha sido formada primariamente por várias catástrofes. Atualmente sabe-se que, por exemplo, as montanhas e os canions que levaram milhares de anos para se formar, eram explicados segundo o modelo catastrofista como consequência de desastres de curta duração (AGER,1995).

Um exemplo que perdurou por muitos anos e marcou forte influência dos catastrofistas no pensamento científico e filosófico no século XVIII e XIX foi a crença na

ocorrência no *Dilúvio Universal* (GOULD, 1987). Este era um ponto bastante delicado e importante, o qual Darwin muito discutira com o Capitão Fitzroy durante sua viagem marítima a bordo do H.M.S. Beagle (DENNETE, 1998).

De acordo com Dalrymple (1991) *in* STINNER & TEICHMANN (2003), John Lightfoot, Vice-Chanceler da Universidade de Cambridge, publicou os primeiros cálculos da idade da Terra em 1644, antecipando o Bispo James Usher que ficou famoso com sua afirmação em 1650. De acordo com o Dr. Lightfoot a Terra fora criada em 26 de outubro de 4004 A. C., as nove horas da manhã na Mesopotâmia, de acordo com o calendário Juliano (Dalrymple 1991 *in* STINNER & TEICHMANN, 2003).

Em 1650, James Usher, Arcebispo da Igreja Anglicana da Irlanda, publicou um trabalho de influência imediata, apresentando uma cronologia bíblica do homem e da história da Terra (GOULD, 1993). O ponto em questão era a Idade da Terra e pouca discussão havia sobre o assunto, e sobre a forte influência do bispo considerava-se que a Terra teria cerca de 6000 anos de formação (HELLMAN, 1998).

De acordo ainda com HELLMAN (1998) James Usher usou uma complexa combinação de cronologia bíblica com relatos históricos e ciclos astronômicos, concluindo a data da Criação em 4004 a.C. Durante 200 anos esse número apareceu nas edições subsequentes da Bíblia Anglicana (GOULD, 1993).

Segundo GOULD (1993) ainda hoje, é difícil encontrar nos Estados Unidos um livro escolar de introdução à geologia que não ataque de alguma forma data de Usher nas páginas iniciais obrigatórias sobre os conceitos mais antigos envolvendo a idade da Terra. James Usher escreveu vários textos, e num deles teria “proclamado” a data em que “Deus” havia criado a Terra, exatamente no dia 23 de outubro ao meio-dia em 4004 a.C (GOULD, 1993).

Se Dalrymple (1991) *in* STINNER & TEICHMANN (2003) estiver correto, pode-se concluir que o Bispo James Usher simplesmente se baseou no trabalho original do Dr. John Lightfoot, compilando e modificando os seus dados. Como ele representava a poderosa Igreja Anglicana, sua aparente data da criação tornou-se referência como se esta fosse original.

2.4. James Hutton e o tempo profundo

Nenhum vestígio de um princípio – nenhum princípio de um fim

James Hutton, cujo livro “*Theory of the Earth*” (1795) marca por convenção a descoberta do tempo profundo no pensamento geológico da Grã-Bretanha, teria sido relegado a uma nota de rodapé da história se o tratado não houvesse sido epitomado por um amigo, John Playfair (1748-1819), em *Illustrations of the huttonian theory of the Earth* (1802) (GOULD, 1991).

James Hutton, filho de William Hutton, um comerciante de Edimburgo, nasceu em 3 de junho de 1726. Foi educado na escola secundária e depois na Universidade de Edimburgo, onde começou seus estudos em medicina, e concluindo-o em Paris e Leydem onde obteve seu doutorado em 1749 (PLAYFAIR, 1956).

O Dr. Hutton nunca praticou medicina devido a sua dedicação à fazenda da família, onde desenvolveu várias técnicas agrícolas e somado à suas viagens pela Inglaterra e outros países, ele passou a se interessar por geologia e a empregar parte do seu tempo com experimentos em química (PLAYFAIR, 1956).

James Hutton foi um observador de notável percepção, julgando reconhecer nas rochas de sua Escócia natal os resultados de processos atualmente em desenvolvimento na superfície da Terra, tais como erosão, deposição e atividade vulcânica (EICHER, 1988). Se fosse concedido tempo bastante, as presentes taxas de atividade seriam suficientes para produzir todas as feições das rochas, e todas as suas relações e configurações observáveis (EICHER, 1988).

Hutton imaginava uma máquina praticamente eterna na qual forças dinâmicas internas criavam esforços que, no correr do tempo, elevavam novas terras dos oceanos enquanto que outras superfícies expostas estava sendo erodidas (WHITE, 1962). Hutton não viu evidência alguma de inundação universal, advogada de uma maneira ou de outra pela maior parte dos defensores das catástrofes, apenas percebeu sinais de subsidência e soerguimento renovado (EICHER 1988).

A Terra possui uma superfície e um interior bastante dinâmicos onde ele menciona em sua *Theory of the Earth*: “Desde o topo da montanha até a praia do mar.... tudo está em estado de mudança”, por meio da erosão, a superfície da Terra deteriora-se localmente, mas, por processos de formação das rochas, ela simultaneamente se reconstrói em outra parte (HUTTON, 2004). A Terra, disse ele: “possui um estado de crescimento e aumento; ela tem um outro estado, que é o de diminuição e degeneração. Este mundo é, assim, destruído em uma parte, mas é renovado em uma outra. Solos formam-se pelo desgaste de rochas; as marés e os choques das ondas erodem a costa; acumulam-se camadas de sedimentos; e o ciclo geral de sedimentação, soerguendo de colinas e montanhas e erosão pode ser visto por toda parte (HUTTON, 2004).

Com o seu trabalho Hutton fundamenta uma nova ciência, a geologia, tornando-se conseqüentemente o pai da geologia moderna (BRODY & BRODY, 2002)

De acordo com HUTTON (2004) em relação ao calor subterrâneo [*subterraneous fire or heat*], o sistema todo se baseia na ação direta do fogo no qual ele atribui três efeitos:

- 1 - a consolidação dos sedimentos;
- 2 - o levantamento dos estratos e a formação das montanhas;
- 3 - a injeção de granito em estado líquido nas camadas.

Neste último tópico, a gênese ígnea do granito é qualificada como plutonismo, (por oposição a teoria netunista da origem aquática das rochas cristalinas) (GOHAU, 1987). No verão de 1785 Hutton fez uma excursão a Glen Tilt, a qual lhe demonstra que o granito se introduziu nos terrenos no estado líquido, e em 1787, na ilha de Arran, observa várias discordâncias de terrenos e por dedução, as injeções do granito revolvem as camadas, que suportam importantes pressões laterais (PLAYFAIR, 1956).

Deve-se a Hutton a descoberta daquilo a que se chama “discordâncias angulares”, e que continuam a ser o meio de reconhecer e datar os movimentos orogenéticos (GOHAU, 1987).

Quando em 1785, Hutton começou a ler perante a Sociedade Real de Edimburgo uma dissertação intitulada *Teoria da Terra, ou a procura das Leis observáveis na composição, dissolução e restauração da Terra*, o médico escocês deu à estampa a versão de sua teoria completa com provas e ilustrações (PLAYFAIR, 1956).

Ao argumentar que montanhas são modeladas e finalmente destruídas por intemperismo e erosão fluvial, e que seus fragmentos são carregados para o mar por processos idênticos aos atuantes presentemente, Hutton disse: “*Temos uma cadeia de fatos que demonstram claramente ... que os materiais das montanhas desgastadas foram transportados pelos rios*”, e à luz dos conceitos de Hutton, sobre mudanças por meio de causas existentes, a Terra pareceu ser o produto de tempo quase ilimitado, este ponto de vista logo veio a ser chamado de *Uniformitarismo* (PLAYFAIR, 1956).

Segundo TARBUCK & LUTGENS (1999) o Uniformitarismo ou Atualismo é o princípio fundamental para a geologia moderna, os processos físicos, químicos e biológicos obedecem às mesmas leis que atuaram no passado geológico, e que também atuam hoje. Essas mesmas forças e processos têm modelado e remodelado a superfície do planeta ao longo de milhares de anos, agindo diretamente sobre as rochas de idades e origens diferentes (STANLEY, 1999).

Hutton declarou que “*o presente é a chave do passado*”, querendo dizer que todas as condições responsáveis pelos fenômenos geológicos (passados) observados são as mesmas condições existentes hoje (BRODY & BRODY, 2002).

2.5. O Netunismo

Segundo EICHER (1988) ao final do século XVIII, bem no apogeu da *Idade da Razão*, as doutrinas catastróficas emergiram positivamente em pleno equilíbrio entre a história Bíblica da criação e as observações acumuladas no mundo natural, e mesmo a ciência prevalescente na época de Hutton, tomava como base que todas as rochas originaram-se em depósitos formados a partir de um oceano primitivo que outrora cobria a Terra. Uma sequência definida de tipos de rochas precipitou-se nas turbulentas profundidades oceânicas, e quando a água recuou, passou a exhibir todas as rochas numa

configuração com todas feições características da paisagem atual, incluindo também seus vales profundos (EICHER, 1988).

Este modelo foi conhecido como **Netunismo** e afirmava que rochas de distintas litologias formaram-se a partir de precipitação exclusivamente marinhas, ficando evidente que o modelo netunista era bem aceito devido à semelhança com o dilúvio bíblico. Como resultado, o ponto de vista catastrófico prevalece sobre o uniformitarismo de Hutton durante cerca de quatro décadas (EICHER, 1988).

Segundo GOHAU (1987) este modelo foi proposto pelo alemão Abraham Gottlob Werner (1749 - 1817), porém sua conclusão mais importante foi de uma escala de tempo da história terrestre realmente muito longa. Segundo EICHER (1988), Werner escreveu sobre águas cobrindo a Terra há cerca de um milhão de anos atrás, e um aspecto secundário do Netunismo era de que a idade das rochas em toda parte podia ser determinada a partir de sua composição, onde Werner dividiu as rochas da crosta da Terra em “séries distintas”.

Aplicado universalmente, o princípio de Werner logo criou dificuldades insuperáveis, mantendo-se até as primeiras décadas do século XIX (GOULD, 1991). E com o amadurecimento das interpretações das seqüências fossilíferas estabeleceu-se a lei da sucessão faunística, em que a idade das rochas sedimentares pode ser definida pelo conteúdo fossilífero, reforçando a construção da coluna geológica (EICHER, 1988).

2.6. Charles Lyell e a pragmatização do uniformitarismo.

“Quem ler a grande obra de Sir Charles Lyell sobre os princípios de Geologia, à qual os futuros historiadores atribuirão, com justo título, uma revolução nas ciências naturais, sem reconhecer a prodigiosa duração dos períodos decorridos, pode fechar aqui este volume”. Charles Darwin, A Origem das Espécies...

De acordo com GOHAU (1987), Charles Lyell (1797-1875) examinou formações rochosas e fósseis mais pormenorizadamente do que jamais se fizera, e publicou *Principles of Geology* em três volumes entre 1830 e 1833, obra na qual adotava as idéias de Hutton e demonstrava que o catastrofismo não tinha sentido. Segundo GOULD (1991) Lyell coloca ordem, lucidez e clareza em apoio à doutrina em que o *presente é a chave do passado*, embora ocorram catástrofes de tempos em tempos e as forças naturais atuam de maneira lenta e uniforme.

Segundo EISELEY (1959) Lyell fundou a geologia histórica moderna e influenciou intelectualmente as observações geológicas durante o século XIX, sensibilizando o próprio Charles Darwin, cujas idéias de desenvolvimento gradual dos seres vivos dependiam de vasto tempo. Apesar de ter fornecido elementos para a teoria da seleção natural de Darwin, ele nunca aceitou a idéia de evolução (EISELEY, 1959). De maneira mais clara e objetiva, Lyell coloca o uniformitarismo no seu legítimo *status*, substituindo as doutrinas catastróficas e as questões geológicas passam a ser tratadas com base em leis naturais, sobrepujando as antigas interpretações nebulosas, de cunho mitológico e sobrenatural (GOULD, 1991).

No capítulo do *Volume III*; sobre mudanças e formas da superfície da Terra, Lyell menciona: *“Os registros do passado são interpretados com combinações de águas e causas ígneas como pode ser observada a ação nos dias presentes”* (LYELL, 1997).

Lyell corroborou seus princípios com um número sem precedentes de exemplos, os quais obteve em suas longas viagens pelo mundo e diante de muitas provas obtidas, o conceito de processo geológico lento e uniforme passa a ser aceito pela comunidade científica (GOHAU, 1987).

Ao se interpretar o princípio “o presente é a chave do passado” entende-se que este não pode ser aplicado literalmente para todas as coisas (AGER,1995). Ao se observar uma longa sucessão fossilífera de espécies diferentes no registro sedimentar, verifica-se marcantes taxas de evolução e extinção de muitas espécies bem documentadas no registro paleontológico (MENDES, 1988). Apresentando estas apomorfias ou novidades evolutivas significativas, cuja descendência filogenética está associada a um ancestral menos derivado, e que transcorreram ao longo do tempo geológico (POUGH *et al.*, 1999).

Como citado por EISELEY (1959), Lyell pôde ver como o tempo e as condições de mudanças devem alterar as formas de vida em localidades ou até mesmo mudando toda a natureza, e compreendeu que a destruição sucessiva das espécies deve ser parte regular e constante da natureza, compreendendo ecologia mesmo antes de Darwin. E que as condições geográficas e climáticas são alteradas no curso do tempo geológico, com espécies que se deslocariam de uma área para outra (EISELEY, 1959).

De acordo com GOULD (1987) e PRESS & SIEVER (1999) o conceito de uniformitarismo de Lyell tem quatro componentes principais e muitos diversos:

1. As leis naturais são constantes (uniformes) no espaço e no tempo.
2. Os processos que operam agora podem moldar a superfície da Terra, e devem ser invocados para explicar os acontecimentos do passado (uniformidade do processo através do tempo). Lyell acreditava que os processos presentes eram suficientes para explicar o passado; os adeptos da catástrofe sustentavam que os processos atuais deviam ser preferidos, mas que alguns eventos do passado exigiam a inferência de causas que não estão mais atuando ou que estão atuando no momento em ritmo acentuadamente mais lento.
2. A mudança geológica é lenta, gradual e constante e não cataclísmica (uniformidade de ritmo).
3. A Terra tem sido fundamentalmente a mesma desde a sua formação (uniformidade de configuração).

Na concepção definitiva de uniformitarismo de Lyell, o modelo de Werner caiu em descrédito, tornando a concepção de tempo ainda mais profunda (FAUL, 1978). E embora os princípios geológicos de Lyell continuassem a ganhar aceitação e lentamente se abrisse a porta para o questionamento da *idade* da Terra e de seus seres vivos, isso não implicava na ocorrência de uma evolução orgânica (GOHAU, 1987). Significava apenas que as formas de vida imutáveis criadas por Deus poderiam ter existido há mais de 5800 anos (GOHAU, 1987).

Os argumentos de Lyell no começo da década de 1830, não apenas firmaram a filosofia uniformitarista, mas também produziram um grande interesse justamente em quanto tempo a história geológica poderia representar (EICHER, 1988).

2.7. Darwin e o tempo geológico

Charles Darwin (1809-1882) juntamente com Alfred Russel Wallace apresentaram o conceito de seleção natural dando substrato ao conceito de evolução orgânica (DENNET, 1998 e BURKHARDT, 1998). A noção tinha flutuado por gerações e vigorosamente exposta por alguns cientistas muito capazes, tais como o francês Jean Baptiste Lamarck (1744-1829) e o próprio avô de Darwin, Erasmus Darwin. Entretanto a idéia nunca tinha tido ampla aceitação porque faltavam dados importantes aos pesquisadores pioneiros. Em seu trabalho, *A Origem das espécies*, primeiramente publicado em 1859, Darwin provou com êxito, tanto para cientistas como para não cientistas, a existência da evolução orgânica associada ao pensamento geológico (GOULD, 1987).

Conforme (BIZZO, 2002) Charles Darwin em sua viagem no *H.M.S. Beagle*, (1831-1835) esteve nos Andes chileno e argentino e verificou a mais de 3800 metros de altura a ocorrência de calcários com conchas fossilizadas, como por exemplo amonites, caracterizando antigos depósitos de sedimentos formados em ambiente marinho. Observou também uma floresta petrificada a algumas dezenas de metros abaixo, e presenciou a ocorrência de um grande terremoto, cuja naturalidade e frequência contribuiu também para o soerguimento da Cordilheira dos Andes, confirmando ainda mais a sua suspeita e a de Lyell sobre a longevidade de tempo geológico.

Darwin (1982) afirma que as seqüências de rochas exibem pobreza de material fossilífero, e que realmente poderiam conter todas as mudanças graduais supostas das ocorrências dos animais fósseis. Darwin destaca a natureza incompleta do registro estratigráfico, e afirmava que provavelmente a maior parte do tempo geológico é representado por quebras no registro ou por camadas estéreis do que por camadas fossilíferas (DARWIN, 1982). O que dificultava bastante segundo ele, a preservação das variedades intermediárias preservadas numa formação geológica qualquer, sendo que esta implicaria certamente em números consideráveis de anos; sendo provável que cada um dos períodos seja curto, se comparado ao período necessário para transformar uma espécie em outra (DARWIN, 1982).

Segundo EICHER (1982) Darwin argumentava que a evolução é um processo lento e que vemos no presente algo análogo a ela somente quando conscientemente selecionamos linhagens de animais domésticos para caracteres particulares. A evolução explica porque animais diferentes mostram notáveis arranjos similares de ossos e órgãos; ela explica como certas plantas e animais podem estar quase inacreditavelmente adaptado a ambientes extremamente especializados; e ela explica as causas ocultas responsáveis pela sucessão de diferentes faunas e floras observadas nos estratos sedimentares (EICHER, 1988).

Ao se determinar a quantidade de tempo passado necessita-se claramente de um processo irreversível, cuja *taxa* seja realmente conhecida. É de consenso hoje o método da desintegração radioativa, mas nos meados do século XIX a radioatividade não era ainda conhecida (EICHER, 1988) .

A concepção de um planeta antigo já era de consenso entre Newton e outros contemporâneos, que no final do século XVII calculara com base no resfriamento metálico da Terra que a mesma se formara há 50.000 anos atrás (Dalrymple, 1991 *in* STINNER & TEICHMANN (2003).

2.8. A salinidade e a datação do tempo geológico

De acordo com EICHER (1988) um projeto de investigação da salinidade do oceano para se descobrir a idade da Terra foi elaborado, já em 1715, pelo astrônomo inglês Edmund Halley, cuja sugestão era simplesmente determinar o conteúdo salino do mar com grande precisão e então repetir a determinação uma década depois; a partir do momento da salinidade poder-se-ia deduzir o tempo necessário, começando com “água doce” até atingir a presente salinidade. Se esta experiência foi alguma vez realizada, nenhum aumento na salinidade foi verificado, e Halley não tinha claramente, nenhum indício da magnitude do tempo na era pré-Huttoniana quando escreveu sobre o assunto (EICHER, 1988).

John Joly, em 1899, concluiu que cerca de 90 milhões de anos teriam decorrido desde que a água, pela primeira vez, se condensou na Terra, porém como o sódio libertado das rochas durante o intemperismo simplesmente não se acumula indefinidamente no mar, é reciclado por vaporização e é soprado para a terra, ou tornando-se parte dos sedimentos marinhos depositados nos continentes onde o soerguimento exporá mais tarde a erosão (EICHER, 1988).

2.9. Taxas de deposição

Segundo EICHER (1988) as rochas sedimentares (Figura 1) podem exibir uma fina lâmina de arenito que se pode acumular em um dia; uma lâmina de folhelho sobre ela pode necessitar de um ano; e o plano de acamamento entre ambas pode representar mais tempo que as duas juntas. Não obstante, uma taxa média prevalece em espessuras substanciais de estratos sedimentares. Se o ambiente de deposição não se modifica de modo significativo e a deposição não é interrompida por episódios de erosão, então, a espessura das camadas deve ser proporcional ao tempo decorrido. Geólogos, trabalhando no final do século XIX, acreditavam que pudessem estabelecer a taxa de deposição em ambientes sedimentares modernos, poderiam estimar o tempo representado por análogas unidades de rochas antigas. Admitiram, ainda, que se pudessem averiguar a espessura total de rochas sedimentares,

depositadas no passado geológico, poderiam chegar a uma estimativa do tempo geológico total decorrido (EICHER, 1988).

De acordo com vários autores muitos pesquisadores procurou uma aferição para diferentes tipos de rochas atribuindo a calcários determinada taxa de deposição, uma taxa maior a folhelhos, e, uma maior ainda a arenitos, e tentaram eliminar quebras estratigráficas considerando apenas a espessura máxima conhecida de rochas de cada idade geológica. Uma outra dificuldade era que novas seções continuavam a ser descobertas e excediam espessuras previamente conhecidas. A maior dificuldade de todas, entretanto, consistia em estimar taxas de deposição para se aplicar a estas espessuras. Além do mais, a maior parte dos geólogos pioneiros sentia que as taxas de sedimentação na Era Paleozóica tinham sido mais lentas do que na Era Mesozóica e que ambas foram mais lentas que na Era Cenozóica (EICHER, 1988).

2.10. A descoberta da radioatividade

Citando FAUL (1978) foi através das radiações emitidas por corpos fosforescentes que foi possível descobrir a radioatividade, e com o subsequente trabalho de Curie, Rutherford, Soddy, Thomson, Ramsay, e outros incentivou pesquisas sobre datação em geologia (FAURE, 1986).

Segundo FAURE (1986) em 1913 Arthur Holmes com apenas 23 anos publica o seu famoso livro *The Age of the Earth*, a partir de sua experiência no laboratório de Strutt na Inglaterra, sobre datação radioativa no qual estabeleceu muito dos princípios que iriam guiar os trabalhos radiométricos das décadas seguintes.

Holmes reuniu todos os dados disponíveis sobre idades radiométricas, verificou as observações de Boltwood em que o chumbo era produto final da desintegração do urânio, esboçou o problema da contaminação na amostra, apresentou evidência de que as taxas de desintegração são constantes sob quaisquer circunstâncias, e salientou a potencialidade das determinações de idades radiométricas em desvendar a história Pré-cambriana (EICHER, 1988).

Os argumentos de Kelvin demandando uma Terra jovem e um Sol jovem, foram refutados pela radioatividade que forneceu o último instrumento para medir o tempo geológico. Estava claro, mesmo a partir dos primeiros esforços, que a antiguidade da Terra era muito maior do que rotularam as opiniões científicas, prevalecentes no final do século XIX, seguindo os postulados impostos por Lord Kelvin. As idades fornecidas pelos novos instrumentos radiométricos teriam certamente agradado a Darwin, pois era o que necessitava em um terreno totalmente diferente, meio século antes (FAURE, 1986 e EICHER, 1988).

2.11. O registro fossilífero

A análise filogenética dos organismos vivos fornece evidências indiretas de muitos aspectos da sua história evolutiva. A única evidência direta dessa história, entretanto, é dada pelo registro dos fósseis. É nas rochas sedimentares depositadas em épocas passadas que são encontrados não apenas vestígios ancestrais dos organismos atuais, mas os traços de inumeráveis outros que atingiram o apogeu, para desaparecerem completamente. Infelizmente o registro fóssil é bastante incompleto em regiões de clima tropical devido ao intemperismo e a erosão, o que dificulta bastante o trabalho dos paleontólogos FUTUYMA (1992).

2.12. Bacias sedimentares

De acordo ALLABY & ALLABY (1996) e KEARY (1996) as bacias são depressões, geralmente de tamanho considerável, as quais devem ser de origem estrutural ou erosiva, preenchidas por sedimentos. E de acordo com ROHN (2000) todos os fósseis se encontram em **rochas sedimentares** (Figura 1), as quais se formaram em **bacias sedimentares**. As ocorrências em cinzas vulcânicas ou em rochas metamórficas representam raríssimas exceções. As bacias sedimentares podem ser de diversos tipos, conforme a natureza do espaço de acumulação e de preservação dos sedimentos. No Brasil,

de acordo com a localização e sem considerar a sua natureza, as bacias sedimentares podem ser classificadas em **interiores** e **marginais**.

2.13. Unidades estratigráficas

Na definição de MENDES (1984) a Estratigrafia é híbrida, compondo-se de *strati*, derivado do termo latino *stratum* (estrato), e de *graphia* (descrição), proveniente do grego. Segundo ROHN (2000) **Estratigrafia** é a área da Geologia que trata do estudo de rochas sedimentares estratificadas, sua descrição, sua interpretação e suas relações mútuas. E a **Litoestratigrafia**, ocupa-se dos critérios de classificação das rochas. Sendo que a unidade fundamental é a **formação**, a qual é um conjunto relativamente homogêneo de rochas de uma ou mais litofácies mapeáveis na superfície terrestre ou em subsuperfície, normalmente na escala 1 : 25.000. Uma formação pode ser dividida em **membros**, preferencialmente também mapeáveis. Certas **camadas**, se forem úteis (por exemplo, para correlações ou para exploração econômica), igualmente são formalizadas como unidades litoestratigráficas. Um conjunto de formações geneticamente relacionadas corresponde a um **grupo**. Todas as unidades formais são denominadas pela categoria litoestratigráfica e por um nome, preferencialmente geográfico (por exemplo, Formação Ponta Grossa, Membro Jaguariaíva, Grupo Paraná, etc).

Na **Bioestratigrafia**, os critérios de classificação dos estratos são paleontológicos e enfocam apenas a variação do conteúdo fóssilífero na sucessão dos estratos que, em teoria, deve refletir a **evolução das espécies**. As subdivisões fundamentais são as **biozonas** (ou zonas), que podem ser subdivididas em **subzonas** ou agrupadas em **superzonas**. Estas unidades são designadas de acordo com o nome de um ou dois fósseis característicos (ROHN, 2000).

De acordo com LAPORTE (1982), POORT & CARLSON (1998) e ROHN (2000) o dinamarquês Nicolau Steno (1638-1687) foi o primeiro a reconhecer uma sequência de eventos históricos em camadas sedimentares em 1669, nas montanhas ocidentais da Itália, lançando os primeiros conceitos fundamentais da Estratigrafia, como o **Princípio da Superposição**. Ele constatou que as rochas estratificadas definiam seqüências

de eventos temporais. Verificando também a importância de um outro princípio importante, a **horizontalidade original**, ou seja, que os estratos são sempre depositados inicialmente próximos à horizontal embora possam ser encontrados com significativa inclinação. Aproximadamente cem anos mais tarde, em 1760, Giovanni Arduino classificou as rochas da mesma região em três categorias principais:

Primárias – rochas cristalinas com minérios metálicos.

Secundárias – rochas estratificadas duras sem minérios, porém portando fósseis.

Terciárias – rochas pouco consolidadas contendo numerosas conchas de origem marinha.

As rochas vulcânicas foram incluídas nesta divisão, sendo colocadas em uma quarta categoria menos importante, ele reconheceu como aluviões formadas pelas águas das montanhas e que jaziam nas planícies.

O princípio da superposição e o teórico reconhecimento da divisão tripla de rochas nele baseada vieram, assim, a ser amplamente aceitos na Europa, na última parte do século XVIII, fornecendo um arcabouço básico para o pensamento estratigráfico que dirigiu as atenções para as relações de tempo entre as camadas (EICHER, 1988).

2.14. Unidades cronoestratigráficas e geocronologia

A **Cronoestratigrafia** está intimamente relacionada à **Geocronologia**, o que muitas vezes gera bastante confusão. A **Cronoestratigrafia** classifica os estratos de acordo com a sua idade e a **Geocronologia** refere-se exclusivamente ao tempo.

A idade de uma rocha pode ser **absoluta** ou **relativa**. A idade absoluta é expressa em anos (usando-se as abreviações: **M. a.** = milhões de anos; **B. a.** ou **G. a.** = bilhões de anos). O principal método para realizar **datações absolutas** é o **radiométrico**, o qual se baseia no cálculo do tempo envolvido no decaimento de certa quantidade de isótopos desde o “momento” da cristalização de um mineral ou da solidificação de uma rocha (ROHN, 2000).

Segundo WICANDER & MONROE (1997) uma significativa fração das denominações empregadas na Tabela ou Coluna Geológica começaram a ser criadas a partir do século XIX, precisamente quando William “Strata” Smith (1769 – 1839) trabalhando na Inglaterra como engenheiro, descobriu o princípio justamente nos fósseis. Durante suas viagens, Smith reconheceu e delimitou numerosas unidades de rochas sedimentares, e logo divulgou que cada unidade sucessiva continha sua própria assembléia diagnóstica de fósseis pelas quais podiam ser distinguidas de outras unidades de diferentes idades. Utilizando seu novo princípio, produziu o primeiro mapa geológico da Inglaterra, País de Gales, e parte da Escócia (WICANDER & MONROE, 1997). O caminho estava aberto para novas interpretações, permitindo construir uma classificação estratigráfica baseada em relações temporais de camadas em vez de tipos de rochas, impulsionando assim as explorações das minas de carvão da Grã-Bretanha formadas durante o Período Carbonífero, e marcando a revolução industrial (WICANDER & MONROE, 1997).

2.15. A construção da coluna geológica

Como se percebe a idéia de *tempo* é bastante ampla, e o seu conceito aplicado em Geologia difere de sua acepção física, e em relação à geologia, os eventos ou acontecimentos correspondem às mudanças físicas e biológicas que ocorreram na história da Terra, desde a sua formação, há pelo menos 4,6 bilhões de anos atrás (CLOUD, 1988).

A identificação direta dos eventos ou acontecimentos é de difícil compreensão, entretanto, os efeitos que produzem sobre os materiais (rochas, minerais, fósseis) terrestres, permitem a interpretação dos fenômenos responsáveis, direta e indiretamente por sua formação (GOHAU, 1987).

A visão do Tempo Geológico está relacionado à idéia da identificação e reconstituição de uma seqüência de eventos geológicos e da sua cronologia. As unidades de duração de tempo envolvem escalas dimensionais de grandes magnitudes (milhões e bilhões de anos) (GOHAU, 1987).

A datação para os registros físicos da Terra segue dois princípios como mencionado: o da datação absoluta que utiliza o princípio da desintegração radioativa de isótopos, e

também o da datação relativa, que utiliza o princípio da sobreposição das rochas sedimentares, portadoras de micro e macrofósseis dentro de um contexto bioestratigráfico (LABAURIOU, 1994).

Nas definições de GRADSTEIN *et al* (2004) & HARLAND *et al* (2003) a escala oficial e internacional do tempo geológico (escala geocronológica) (Tabela 2) é composta por um padrão de divisões estratigráficas baseadas em seqüências de rochas e calibradas em anos. É formada a partir de dois tipos diferentes de escala, sendo uma escala cronométrica e a outra cronoestratigráfica. A escala cronométrica é baseada em unidades de duração, de acordo com o padrão milhares de anos. A escala cronoestratigráfica é concebida como uma escala de seqüências de rochas com pontos de referências padronizadas e selecionadas em subsecções, de acordo com os limites definidos (GRADSTEIN *et al*, 2004 & HARLAND *et al*, 2003).

Segundo MIZUSAKI *et al* (2001) em qualquer escala de tempo que se utilize, o que importa é saber que os números separam, no tempo, os acontecimentos da história da Terra. Tempo que pode ser estabelecido, de modo mais ou menos preciso, por métodos que determinam a idade das rochas, e com os dados obtidos, é construída a escala internacional do tempo geológico. A Escala de Tempo Geológico informa a quantidade de anos entre diferentes acontecimentos e permite situá-los cronologicamente na história do planeta.

A escala do tempo geológico é calibrada e definida dentro de um plano regional e composta num plano global, onde são utilizados vários fenômenos conhecidos como eventos, de ordem natural para defini-la pontualmente ao longo do tempo representado. Como principais exemplos tem-se a sedimentação ou o magmatismo, padrões de evolução e extinção orgânica, processos tectônicos, reversões magnéticas materializadas em rochas magmáticas da superfície e no assoalho oceânico, mudanças eustáticas de flutuações do nível do mar, mudanças climáticas, fenômenos celestes, e a radioatividade para datações absolutas de acordo com o tipo de rocha e os terrenos adjacentes GRADSTEIN *et al*. (2004) e HARLAND *et al*. (2003).

A calibração cronométrica da idade dos eventos geológicos é fundamentalmente baseada em duas espécies de observações: a primeira está relacionada com o movimento da Terra que é refletido no fenômeno da sedimentação como as varves, ou como os processos de variações no crescimento dos organismos, cujas durações das sucessões dos estratos

devem ser estimados em anos ou os ciclos dos anos (solar ou orbital); e o segundo são padrões de decaimento radioativo isotópico, determinado após coletas e análises em laboratório GRADSTEIN *et al* (2004) e HARLAND *et al.* (2003).

Em resumo e de acordo com MIZUSAKI *et al.* (2001), para se construir as escalas, a geologia atual utiliza pelo menos três métodos, muitas vezes, combinando mais de um para chegar a resultados mais exatos:

1. Os métodos geocronológicos
2. Os métodos paleontológicos
3. Os métodos estratigráficos

Tabela 2. Coluna geológica internacional, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

2.16. Breve síntese histórica da construção da coluna geológica

Segundo EICHER (1988) os sistemas geológicos hoje em uso não foram propostos por um único homem, nem foram sugestão de uma comissão eles se estabeleceram, sem plano, através dos esforços de numerosos geólogos ou naturalistas trabalhando independentemente (Tabela 3). No processo, esquemas diferentes foram sugeridos para subdividir o registro de rochas sedimentares. Alguns destes foram rapidamente assimilados e utilizados por pesquisadores posteriores; outros nunca foram usados de novo e foram esquecidos. A escala de tempo geológico atual evoluiu durante décadas, através do julgamento de vários geólogos no seu trabalho real sobre as rochas. Ela tem sido bastante estável, desde a primeira metade do século XX, mas ainda está sujeita a futuros aprimoramentos. A maioria dos sistemas geológicos presentemente reconhecidos foram definidos na Europa (Figura 2). Os afloramentos de rocha, que realmente constituem a base de definição de um sistema, são chamados de sua “seção-tipo”, e a área na qual eles ocorrem são chamadas “áreas-tipo”.

De acordo com GOHAU (1987) e FAUL (1978) foi através das seqüências de rochas estudadas gradualmente na Grã-Bretanha e Oeste da Europa que foi possível estabelecer uma nova estratigrafia. Mas foi na Inglaterra onde primeiro se começou a estudar os terrenos mais antigos da Era Paleozóica (Figura 2) ou antiga “Primária”. Alguns geólogos britânicos do princípio do século XIX desempenharam um grande papel nestes estudos. O primeiro, Adam Sedgwick, foi nomeado professor de Geologia em Cambridge, em 1818, tendo como amigo e colaborador Roderick Murchinson.

Ainda em GOHAU (1987) até 1830 sabia-se muito pouco sobre os terrenos anteriores ao depósito de hulha. Encontraram-se formações detríticas abundantes, às quais se dá o nome de arenitos vermelhos, mas os termos mais inferiores continuavam a ser mal conhecidos. Sir Henri de la Bèche, nascido em 1796 (um ano antes de Lyell), primeiro diretor do *Geological Survey* e autor de manuais para o ensino, dividiu estes terrenos em *grauwacke* e grupo fossilífero inferior. É então que Murchison empreende o estudo dos terrenos do oeste da Inglaterra e País de Gales. Descreve uma série de quatro níveis, que caracteriza segundo a sua biota e que situa debaixo dos arenitos vermelhos. Em 1835, denomina de Siluriano, em homenagem a uma tribo céltica que se bateu valentemente

contra os Romanos, ao conjunto das quatro formações. Em 1839, publica uma síntese da sua pesquisa, sob o título de *Silurian Sistem* (GOHAU,1987).

Segundo vários autores na mesma época, viu-se que a biota dos terrenos de Devon apresentava uma afinidade, em parte com a do Siluriano, em parte com a do Carbonífero, ao passo que uma outra parte era específica, e depois dos estudos de Murchison e de Sedgwick, ainda, pode concluir-se que essas formações eram contemporâneas dos velhos arenitos vermelhos da Escócia, Inglaterra do Sul e Irlanda. E como esta fauna marinha era mais rica do que a continental, é proposto em 1839 que se chame Devoniano ao sistema intermediário, entre o Siluriano e o Carbonífero. Pouco depois, batiza-se de Pérmico o último termo da antiga Era Primária (o da posição de novos arenitos vermelhos). Os tempos antigos da história da Terra encontravam-se agora dotados de nomes caracterizados. Os “terrenos de transição” da escola werniana deixavam de ser esse mundo antigo misterioso, submetido a forças sem medida comum com as do mundo atual. Ficavam, no entanto, os terrenos primitivos, anteriores ao Período Cambriano (ou ao Siluriano dos autores que refutassem a divisão de Sedgwick). Muito naturalmente, chamaram-lhes Pré-Cambriano. Mas este termo, em uso hoje em dia, não teve qualquer sucesso em 1840. Preferia-se falar, como Murchison e Verneuil, de terrenos azóicos, para significar que eles eram anteriores ao aparecimento da vida. Porque o grande problema era datar o nascimento da vida sobre a Terra (GOHAU, 1987).

Figura 1. Rochas sedimentares segundo PRESS & SIEVER (1999).

Figura 2. Áreas geográficas das primeiras definições do tempo geológico relativo segundo (WICANDER & MONROE, 1997).

Tabela 3. A posição da coluna geológica nos séculos XVIII e XIX, com o nome de seus fundadores e datas, segundo CLOUD (1988).

Main Historical Divisions (Eras)	Systems (Rocks) & Periods (History)	Series (Rocks) & Epochs (History)
CENOZOIC (J. Phillips, 1840)	QUATERNARY (P. G. Desnoyers, 1829)	Recent Pleistocene (C. Lyell, 1839)
	NEOGENE (R. Hornes, 1853)	Pliocene (C. Lyell, 1833) Miocene (C. Lyell, 1833)
	TERTIARY (G. Arduino, 1760)	Oligocene (E. Beyrich, 1854) Eocene (C. Lyell, 1833) Paleocene (W. P. Schimper, 1874)
	PALEOGENE (K. F. Naumann, 1866)	
MESOZOIC (J. Phillips, 1840)	CRETACEOUS (J. B. J. d'Omalius d'Halloy, 1822)	
	JURASSIC (A. von Humboldt, 1799)	
	TRIASSIC (F. von Alberti, 1834)	
PALEOZOIC (A. Sedgwick, 1838; Revised 1840 & 1841 by J. Phillips)	PERMIAN (R. I. Murchison, E. de Verneuil, & A. von Keyserling, 1841)	
	CARBONIFEROUS (W. D. Conybeare & W. Phillips, 1822)	
	DEVONIAN (R. I. Murchison & A. Sedgwick, 1838)	
	SILURIAN (R. I. Murchison, 1835)	
	ORDOVICIAN (C. Lapworth, 1879)	
	CAMBRIAN (A. Sedgwick, 1835)	
	pre-CAMBRIAN	

* Obs. O Período Jurássico foi definido por A. Von Humboldt em 1795 e não em 1799 como citado acima na Tabela 3 por CLOUD (1988).

2.17. Divisões cronológicas do tempo Pré-Cambriano

A classificação das divisões da escala do tempo foi desenvolvida obedecendo a uma hierarquia baseada em *eons* (ex. Fanerozóico), *eras* (ex. Mesozóica), *períodos* (ex. Jurássico), *épocas* (ex. Jurássico Superior ou Malm), idades (ex. Oxfordiano) etc (GRADSTEIN *et al.*, 2004; HARLAND *et al.*, 2003). A partir de nomes propostos por John Phillips em 1841, posicionaram-se os períodos geológicos dentro das respectivas eras: Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica, cujos nomes traduzem-se literalmente por “vida antiga”, “vida média” e “vida moderna”; as divisões refletem as mudanças profundas que ocorreram nos organismos no final dos períodos Permiano e Cretáceo (GRADSTEIN *et al.*, 2004; HARLAND *et al.*, 2003). As rochas mais antigas abaixo do Paleozóico foram sempre conhecidas ampla e simplesmente como o “Pré-Cambriano” (antigo *Eon* Criptozóico), e as duas divisões maiores do tempo podem ser chamadas de *eons*, e G.H. Chadwick propôs em 1930 os termos Fanerozóico (vida evidente) e Criptozóico (vida escondida) (GRADSTEIN *et al.*, 2004; HARLAND *et al.*, 2003 e EICHER, 1988).

Segundo GRADSTEIN *et al.* (2004), HARLAND *et al.* (2003) e CLOUD (1988) o termo “Pré-Cambriano” é informal, que antecede o Período Cambriano, sendo que o Arqueano e o Proterozóico são escalas de tempo definidas cronometricamente como eons, com durações de bilhões de anos cada, e para estes intervalos utilizam-se também datações, tectônica, química e mudanças biológicas.

2.18. O Eon Arqueano

Segundo HARLAN *et al.* (2003) refere-se ao intervalo de tempo de ocorrência das rochas mais antigas da Terra. O termo **Arqueozóico** foi definido por Dana em 1872 como alternativa para **Arqueano**. A Subcomissão do Pré-cambriano, da Comissão Internacional de Estratigrafia definiu o início deste eon em 4000 M.a e término em 2500 M. a. (Tabela 3), com o método de datação U-Pb (Urânio-Chumbo) através de zircão.

Em 1982 foi adotado o termo **Prisconiano** para distinguir o intervalo de tempo anterior ao Pré-Arqueano, marcando eventos de escala planetária como a formação do Sistema Solar (GRADSTEIN *et al.*, 2004).

Conforme definido em ROBB *et al.* (2004) o Eon Arqueano está dividido em quatro eras nomeadas, em conformidade com a nomenclatura do Proterozóico e Fanerozóico, *Eoarqueano*, *Paleoarqueano*, *Mesoarqueano* e *Neoarqueano* (Tabela 4).

O *Eoarqueano* tem o seu limite superior definido em 3600 M. a., entretanto seu limite inferior não é bem definido. O término do *Paleoarqueano* é datado em 3200 M. a., o término do *Mesoarqueano* é em 2800 M. a. e o final do *Neoarqueano* é em 2500 M. a.

Segundo LIMA (1989) o registro fóssil das rochas mais antigas, denominadas “pré-cambrianas”, é muito escasso em comparação ao que está presente em sedimentos mais jovens, apesar deste intervalo corresponder a cerca de sete oitavos de todo tempo geológico, e as várias justificativas aventadas para esta escassez, é de fundamental importância à destruição da maior parte dos sedimentos portadores ou dos próprios fósseis, em decorrência de processos metamórficos e erosivos.

Segundo LABAURIOU (1994) nas águas primitivas do Arqueano provavelmente existiam minúsculos organismos devido algumas rochas serem portadoras de querogênio, isto é, matéria orgânica degradada, evidenciando que o início da vida se deu antes de 3,8 B. a., quando os primeiros fósseis de bactérias são registrados. As primeiras bactérias deveriam ser anaeróbias totais, pois a evidência de diferentes fontes indica que o ambiente era pobre em oxigênio ou não o continha, e as bactérias aeróbias provavelmente só surgiram depois do primeiro organismo fotossintetizante (LABAURIOU, 1994).

2.19. O Eon Proterozóico

Em HARLAND *et al* (2003) quando Sedgwick em 1838 propôs suas séries paleozóicas ele também denominou de Grupos Estratigráficos Primários, dizendo que se e quando os grupos mais antigos comprovassem a influência orgânica remanescente, estes deveriam determinar o **Sistema Proterozóico**. Posteriormente em 1841, quando Phillips estendeu o significado do Paleozóico para incluir Cambriano a Permiano, ele introduziu os

termos **Hypozóico** ou **Prozóico** para as rochas do Pré-Paleozóico, numa ordem para posteriormente formar novas seqüências com Mesozóico e Cenozóico. Murchinson, De Verneuil & Keyserling em 1845 propuseram **Azóico** em vez de Hypozóico ou de Prozóico e então em 1875 Dana propôs a Era **Eozóica** para suceder a Azóica. Em 1887 Irving sugeriu que as rochas formadas entre o Arqueano e o Paleozóico deveriam então se referir como **Agnotozóico** (ou alternativamente em 1888 para **Eoparcheano**). Esta foi uma tendência geral então para se referir a rochas metamorfoseadas como as do Arqueano e para incluir as primeiras rochas não metamorfoseadas do Cambriano (HARLAND *et al.*, 2003).

O **Proterozóico** foi nomeado pela primeira vez por Emmons em 1888 e tornou-se estabelecido seu uso por Van Hise em 1892 e Van Hise & Leith em 1909. O Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS) torna mais ou menos sinônimo com o Pré-Cambriano até 1925, tendo restringido sua divisão seguindo o Arqueozóico ou Arqueano e precedindo o Paleozóico. O Eon Proterozóico é dividido em eras Paleoproterozóica, Mesoproterozóica e Neoproterozóica segundo a Tabela (4) (HARLAND *et al.*, 2003).

Como citado por ROBB *et al* (2004) e GRADSTEIN *et al.*, 2004 estas eras têm seus limites locados em 2500, 1600 e 1000 M. a., e a base do Cambriano, e cada era do Proterozóico é subdividida nos seguintes períodos:

O Paleoproterozóico é subdividido em quatro períodos nomeados do mais antigo ao mais novo, o *Sideriano*, *Rhyaciano*, *Orosiriano* e *Statheriano*, com seus limites locados em 2500, 2300, 1800 e 1600 M. a.

O Mesoproterozóico é subdividido em três períodos nomeados do mais antigo para o mais novo, *Calymmiano*, *Ectasiano* e *Steniano*, com seus limites locados em 1600, 1400, 1200 e 1000 M. a., respectivamente.

O Neoproterozóico é dividido em três períodos nomeados do mais antigo ao mais novo *Toniano*, *Criogeniano* e *Ediacarano*, respectivamente dentro dos limites 850, 630 e 542 M. a. Em 2003, a Subcomissão do Sistema Proterozóico Terminal, da Comissão Internacional de Estratigrafia, após uma década de discussão e deliberações, votou, aprovando o nome para o terceiro Período como *Ediacarano*, substituindo assim o Vendiano da Rússia.

Tabela 4. Coluna geológica dos eons Arqueozóico e Proterozóico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Eon	Era	Period	Age (Ma)
Ph	Paleozoic	Cambrian	542
Proterozoic	Neo-proterozoic	Ediacaran	630
		Cryogenian	850
		Tonian	1000
		Stenian	1200
	Meso-proterozoic	Ectasian	1400
		Calymmian	1600
		Statherian	1800
	Paleo-proterozoic	Orosirian	2050
		Rhyacian	2300
		Siderian	2500
			2800
Archean	Neoarchean		3200
	Meso-archean		3600
	Paleo-archean		
	Eoarchean	Lower limit is not defined	

2.20. A Era Hadeana

O termo **Hadeano** (Tabela 5) foi inicialmente definido por Cloud (1988) *in* BLEEKER (2004) com o sistema Terra – Lua, como uma divisão do tempo da História comum desses dois corpos precedendo o Arqueano. O limite inicial coincide com alguns eventos responsáveis pela formação da Terra, e seu término é marcado pelo registro das rochas mais antigas conhecidas, como os gnaisses da Formação Acasta no Canadá (4.050 M. a.) e da Formação Issua na Groelândia (3.850 M. a

A divisão do Pré-Hadeano acomoda eventos primários e retrata processos relacionados ao tempo inicial de formação da Terra. Os objetos mais antigos que permitem datar o início aproximado da formação do Sistema Solar e da própria Terra, são os meteoritos do grupo dos condrites. Utilizando-se os métodos de datação absoluta através do método Pb-Pb (Chumbo-Chumbo) obtiveram-se algumas idades em bilhões de anos, como por exemplo: 4,52; 4,57; 4,635; 4,565; 4,559; 4,57; 4,66, etc (BLEEKER, 2004).

Tabela 5. O Período Hadeano segundo HARLAND *et al.* (1990).

Ga	Chronometric		Chronostratic	
	Eon		Era	
0		Phanerozoic	Cenozoic	
			Mesozoic	
			Paleozoic	
	Pt ₃	Proterozoic	Sinian	
1.0	Pt ₂		Riphean	
		Archean	Animikean	
2.0	Pt ₁		Huronian	
		Archean	Randian	
	Ar ₃			
3.0				
	Ar ₂	Archean	Swazian	
	Ar ₁		Isuan	
4.0		Priscoan	Hadean	
			Origin of Earth	
			pre-Hadean	
5.0				

2.21. Tectônica de placas e a deriva continental

Segundo citações de POPP (1998) e WEINER (1988), a teoria da tectônica de placas é recente, mas sua formulação baseia-se em mais de 100 anos de especulações, pesquisas geológicas e debates.

Esta teoria procura demonstrar que a superfície semi-rígida da crosta sofre movimentos sobre uma porção inferior, quente e fluida, denominada astenosfera. Como consequência desses movimentos, as rochas superficiais sofrem deformações, produzindo estruturas características, conhecidas como produtos do tectonismo.

O fenômeno da tectônica de placas processa-se em escala global, mas encontra-se evidenciado segundo direções preferenciais ou regionais. As placas são rígidas e indeformáveis por si sós, mas descrevem movimentos laterais (deriva) e periodicamente pequenos movimentos verticais (Figura 3). Como consequência dos movimentos laterais, surgem, nos limites externos das placas, uma série de deformações, resultantes de colisões. As regiões limítrofes das placas vêm a ser a causa da distribuição das zonas de terremotos, vulcanismo e falhamentos em toda a superfície da Terra, incluindo as ilhas e regiões submarinas. Sendo estas zonas instáveis da crosta, os pontos de seccionamento das placas. A litosfera é a porção rígida da superfície da Terra que engloba a crosta e porções superiores do manto, com espessuras variando entre 15 e 160 Km. As maiores espessuras são registradas nos continentes, e as menores, apenas nos fundos oceânicos, sendo que o material que ocorre abaixo dessas rochas apresenta temperaturas mais elevadas e grande mobilidade de fluxo cuja profundidade máxima é de 700 Km (POPP, 1998).

Figura 3. Mosaico das placas geológicas com áreas vulcânicas ativas segundo STANLEY (1999).

De acordo com SALGADO-LABOURIAU (1994) e POPP (1998) desde o século XVII quando os mapas se tornaram cada vez mais precisos, observou-se que a forma do litoral ocidental da África é um complemento da forma do litoral oriental da América do Sul. As primeiras observações de grande similaridade entre estes dois continentes, foram feitas em 1620, por Bacon. Entretanto, coube a Pellegrini, em 1858, a formulação da idéia de que as costas dos dois continentes nada mais eram do que duas faces provenientes da quebra e separação de massa única e contínua. Também Snider neste mesmo ano publicou um mapa do Cretáceo Superior no qual ele une o antigo e novo continente, mas este mapa foi esquecido. Influenciado pelas idéias de sua época, A. Humboldt, em 1801 escreveu que o Atlântico foi um imenso vale invadido pelo mar.

Em 1915 Alfred Wegener publicou seu famoso livro sobre a deriva dos continentes e novamente o problema voltou à discussão. Wegener propôs a união de todos os continentes em um só supercontinente durante o Permocarbonífero. Com base desta hipótese ele reuniu todos os argumentos e evidências geológicas, geográficas e biogeográficas de semelhança entre continentes que eram conhecidas naquela época. Em seu livro ele apresenta mapas que mostram como se fragmentou este supercontinente para formar os continentes atuais (Figuras 4 e 5) (SALGADO-LABOURIAU, 1994 e WEGENER, 2004).

Várias evidências foram apresentadas comprovando o movimento dos continentes, como a ocorrência de Tilitos (rocha sedimentar formada abaixo de uma camada de gelo glacial) em 1856 na Índia no permocarbonífero e sul da Austrália; em 1870, na África do Sul; 1888, no sul do Brasil. Esta presença de tilitos reflete que as placas geológicas onde estes continentes citados se encontravam naquela época, estava em latitudes mais altas no sentido sul do planeta. Assim como as minas de carvão-de-pedra (hulha) na Europa e América do Norte com a mesma flora do Carbonífero, minas de diamantes na África e na América do Sul; e formações idênticas nos lados opostos do Atlântico. Ressaltando também como evidência paleontológica à presença de um réptil fóssil (Gênero *Mesosaurus*) no Permiano do Brasil e da África do Sul, demonstrando a ligação física entre estes dois continentes. Assim como a *Flora de Glossopteris* é a mesma da Índia, África do Sul, América do Sul, Austrália e Antártida evidenciando também outra ligação (SALGADO-LABOURIAU, 1994).

Com relação à biogeografia, a distribuição de plantas e animais era discutidas de maneira veemente desde o século XIX, ressaltando as diferenças de biota entre os hemisférios ocidental e oriental, reforçando conceitos de isolamento geográfico (vicariância) (SALGADO-LABOURIAU, 1994 e COLBERT, 1995).

Figura 4 Reconstrução do mapa original do mundo de acordo com a teoria da deriva para três épocas, segundo WEGENER (2004).

Figura 5. Reconstrução do mapa original do mundo de acordo com a teoria da deriva para três épocas com visada polar, segundo WEGENER (2004).

Capítulo 3 – A moderna coluna geológica

3.1 Eon Fanerozóico – Era Paleozóica

3.2. O Período Cambriano

Segundo SHERGOLD & COOPER (2004) e REDFERN (2000) este período é marcado pelo aparecimento de metazoários com esqueletos mineralizados, conhecido também como a grande “Explosão Cambriana”, definindo o surgimento de todos os Filos de Invertebrados, com faunas de forte provincialismo, dominada por trilobitas; com clima globalmente quente; com abertura do Oceano Iapetus e progressiva ruptura equatorial; separação da Laurentia (Incluindo Avalonia), Báltica e Sibéria a partir da ruptura do supercontinente Pré-Cambriano Rudinia, caracterizando então o Período Cambriano (Figura 6).

Figura 6. O globo terrestre no Período Cambriano, segundo SHERGOLD & COOPER (2004)

3.3. Resumo histórico e classificação do Período Cambriano

A história da definição e classificação do Período Cambriano ocorreu nas ilhas britânicas, especialmente para os estratos em North Wales. O nome foi dado por Adam Sedgwick em 1835, tomado de *Cumbria*, a variante Romana para a antiga tribo Celta *Cumbria*, o antigo nome para North Wales. O estudo da complexa sequência eopaleozóica do País de Gales, pelos geólogos britânicos Adam Sedgwick e Roderick Impey Murchinson resultou em 1835 na designação dos Sistemas Cambriano e Silurianos. Cada pesquisador procurou reconhecer quebras no registro estratigráfico como limites para sua subdivisão. A partir de 1830 Murchinson documentou cuidadosamente os fósseis abundantes de suas camadas silurianas, mas as camadas de Sedgwick eram pobremente fossilíferas, e sua delimitação do Sistema Cambriano era essencialmente litológica. Murchinson iniciou seu trabalho com o topo da sequência a sudeste, e Sedgwick começou na base a noroeste, e trabalharam um em direção ao outro, quando se tornou claro que seus sistemas se superpunham, iniciou-se uma disputa. Conhecida como uma das maiores disputas da história da ciência entre Sedgwick e Murchinson, que reclamaram para si os limites das camadas intermediárias como se fossem extensão de seus intervalos cronoestratigráficos (Cambriano e Siluriano). Sendo este limite redefinido por Lapworth em 1879 como Ordoviciano (SHERGOLD & COOPER, 2004; HARLAND, 2003 e EICHER, 1988).

Tabela 6a. Coluna geológica do Período Cambriano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Cambrian Time Scale							
Age (Ma)	Epoch/Stage	Polarity Chron	Siberia	Australia	South China	Laurentia	Bioevents
490	Ordovician 488.3 ± 1.7 6th stage	No data: major polar wander	<i>Rhabdinopora flabelliformis</i>	<i>Cordylodus lindstromi</i> – <i>Rhabdino? scitulum</i>	<i>Hysterolenus</i> – <i>Onychopyge</i>	<i>Symphysurina bulbosa</i>	
			<i>Dolgeuloma</i>	<i>C. prolandstromi</i>	<i>Leiostr. constrictum</i> – <i>Shen. brevis</i>	<i>S. brevispicata</i> <i>M. depressa</i>	<i>Cordylodus proavus</i> (Co)
				<i>Cordylodus proavus</i>		<i>Eurekia apopsis</i>	
			<i>Kaninia</i>	<i>Mictosaukia perplexa</i>	<i>Mictosaukia striata</i> – <i>Fatocephalus</i>	<i>Saukiella serotina</i>	
				<i>Neoagn. quasibilobus</i> – <i>S. nomas</i>	<i>Archaeul. taoyuanense</i> – <i>Leioagn. cf. bexelli</i>		
			?	<i>Sinosaukia impages</i>	<i>Lot. punctatus</i> – <i>Hedinaspis regalis</i>		
				<i>Rh. clarki maximus</i> <i>Rh. papilio</i>	<i>Probinacunaspis nasalis</i> – <i>Peichiasiania hunanensis</i>	<i>Saukiella junia</i>	
			<i>Kujandaspis</i>	<i>Rhaptagn. bifax</i> – <i>N. denticulatus</i>		<i>Saukiella pyrene</i> – <i>Rasettia maga</i>	
				<i>Rh. clarki prolatus</i> – <i>Caz. secatrix</i>	<i>Eolotagnostus decoratus</i>		
				<i>R. c. patulus</i> – <i>C. squamosa</i> – <i>H. illyensis</i>	<i>Kaolishaniella</i>	<i>Ellipso cephaloides</i> <i>Idahoia</i>	
495	Furongian	No data: major polar wander	<i>Amorphella</i> – <i>Yurakia</i>	<i>Peichiasiania tertia</i> <i>P. quarta</i>	<i>Rhaptagnostus ciliensis</i>	<i>Taenicephalus</i>	
				<i>Peichias. secunda</i> – <i>Pro. glabella</i>	<i>Onchonot. cf. kuruklagensis</i>		
				<i>Wentsuia iota</i> <i>Rhaptagn. apsis</i>	<i>Agnost. clavata</i> – <i>Irving. angustilimbata</i>	<i>Elvinia</i>	<i>Irvingella + Agnostotes</i> (Tr)
				<i>Irvingella tropica</i>	<i>Corynexochus plumula</i>		
			<i>Faciura</i> – <i>Garbiella</i>	<i>Stigmatopora diloma</i>	<i>Sinop. cf. kiangshanensis</i>	<i>Dunderbergia</i>	
				<i>Erixanium sentum</i>	<i>Innitiagnostus inexpectans</i>		
			<i>Maspakites</i> – <i>Idahoia</i>	<i>Proceratopyge cryptica</i>	<i>Proceratopyge protracta</i>		<i>Glyptagnostus reticulatus</i> (Tr)
			<i>Raashellina</i>	<i>Glyptagnostus reticulatus</i>	<i>Glyptagnostus reticulatus</i>	<i>Aphelaspis</i>	
			<i>Pedinocephalina</i> – <i>Toxotis</i>	<i>Glyptagnostus stolidotus</i>	<i>Glyptagnostus stolidotus</i>	<i>Crepicephalus</i>	<i>Glyptagnostus stolidotus</i> (Tr)
			<i>Acro. granulosa</i> – <i>Kold. proluxa</i>	<i>Achmarhachis quasivespa</i>	<i>Linguagnostis reconditus</i>		<i>Linguagnostis reconditus</i> (Tr)
500	Paibian 501 ± 2.0	No data: major polar wander		<i>Erediaspis eretes</i>	<i>Proagnostus bulbosus</i>	<i>Cedaria</i>	
			<i>L. laevigata</i> – <i>Oidalg. trispinifer</i>	<i>Lejopyge laevigata</i>	<i>Lejopyge laevigata</i>	<i>Lejopyge laevigata</i>	<i>Lejopyge laevigata</i>
			<i>A. limbataeformis</i>	<i>Goniagnostus nathorsti</i>	<i>Goniagnostus nathorsti</i>	<i>Ptychagnostus punctuosus</i>	<i>Ptychagnostus punctuosus</i> (Tr)
			<i>Anopolenus henrici</i> – <i>Corynexochus perforatus</i>	<i>Ptychagnostus punctuosus</i>	<i>Ptychagnostus punctuosus</i>		
				<i>Euagnostus opimus</i>		<i>Acidusus atavus</i>	<i>Acidusus atavus</i> (Tr)
			<i>Tomagnostus fissus</i>	<i>Acidusus atavus</i>	<i>Acidusus atavus</i>		<i>Ptychagnostus gibbus</i> (Tr)
			<i>Ptychagnostus gibbus</i>	<i>Ptychagnostus gibbus</i>	<i>Ptychagnostus gibbus</i>	<i>Ptychagnostus gibbus</i>	
						<i>Peritagnostus praecurrens</i> – <i>Peronopsis bonnerensis</i>	
			<i>Kounamkites</i>		<i>Oryctocephalus indicus</i>	<i>Albertella</i>	<i>Oryctocephalus indicus</i> (Tr)
			<i>Oryctocara</i> – <i>Schistocephalus antiquus</i>			<i>"Plagiura–Poliella"</i>	
510	Middle 3rd stage 2nd stage 1st stage	No data: major polar wander	<i>Anabaraspis splendens</i>	<i>Xystridura templetonensis</i> – <i>Redlichia chinensis</i>	<i>Bathynotus</i>		<i>Protolenus</i> – <i>Hamatolenus</i> – <i>Cobboldites</i> – <i>Oryctocara</i> (Tr)
					<i>Protoryctocephalus</i>		

Tabela 6b. Coluna geológica do Período Cambriano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 6c. Coluna geológica do Período Cambriano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.4. O Período Ordoviciano

De acordo com COOPER & SADLER (2004), REDFERN (2000) e STANLEY (1987 e 1989) neste período ocorreu uma rápida diversificação da biota (“Radiação Ordovicianana”) marcando um das mais ricas diversidades da fauna; com um clima quente com intervalos de resfriamento e fortes flutuações do nível do mar, resultantes de glaciações globais; re-organização e rápida migração de placas tectônicas circundantes ao Oceano Iapetus; ocorrência de extinções em massa no fim do período; com o aparecimento e evolução dos graptólitos planctônicos e conodontes de grande importância para correlações; provincialismo moderado à forte fauna bentônica; origem da Super Classe Pisces (Classe Agnatha), ou seja, os primeiros peixes sem mandíbula *POUGH et al* (1999) (Figura 7).

Figura 7. O globo terrestre no Período Ordoviciano, segundo COOPER & SADLER (2004)

3.5. Resumo histórico e classificação do Período Ordoviciano

Nomeado de Ordovices por Lapworth em 1879, nome tomado de uma tribo a nordeste do País de Gales, colocou-se um ponto final na controvérsia iniciada por Sedgwick e Murchison para incluir o intervalo disputado entre o nível Cambriano e Siluriano. Definindo uma divisão paleontológica tripartida nas camadas eopaleozóicas da Europa que se tinha tornado conhecida, cujos limites redefinidos por Lapworth eram exclusivamente de natureza paleontológica. O nome Ordoviciano foi oficialmente adotado em 1960 no Congresso Internacional de Geologia em Copenhagen (COOPER & SADLER, 2004 e EICHER, 1988).

Tabela 7a. Coluna geológica do Período Ordoviciano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 7b. Coluna geológica do Período Ordoviciano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.6. O Período Siluriano

Citando MELCHIN *et al.* (2004) e REDFERN (2000) o período foi marcado pela rápida recuperação da biodiversidade decorrente da extinção ocorrida no final do Ordoviciano; sustentando um clima caracterizado por efeito estufa, pontuado por curtos eventos de congelamento; fortes flutuações eustáticas do nível do mar, associada com extinções de escala moderada, com a colonização da biota em terra; convergência de placas continentais e de baixos níveis de provincialismo, com o fechamento do Oceano Iapetus, restringindo o Oceano de Rheic, e migração do Pólo Sul sobre a América do Sul e sudeste do Gondwana Africano (Figura 8).

Figura 8. O globo terrestre no Período Siluriano, segundo MELCHIN *et al.* (2004).

3.7. Resumo histórico e classificação do Período Siluriano

Como citado o Sistema Siluriano foi definido por Murchison em 1839 que nomeou inicialmente de Silures. Como já discutido Murchison havia clamado para o Siluriano as rochas “cambrianas” de Sedgwick, porém ocorrendo redefinição dos limites por Lapworth em 1879. Assim como no Ordoviciano, os folhelhos escuros são amplamente desenvolvidos em todo o mundo e os graptozoários fósseis são excelentes para correlacionar os estratos silurianos. O mesmo ocorre com os conodontes de grande valor bioestratigráfico também (MELCHIN *et al.*, 2004 e EICHER, 1988).

Tabela 8a. Coluna geológica do Período Siluriano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 8b. Coluna geológica do Período Siluriano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.8. O Período Devoniano

Segundo HOUSE & GRADSTEIN (2004), no Período Devoniano ocorreu elevação do nível do mar e influência climática igual por todo o globo; glaciações ocorreram durante o Devoniano Superior, no sul das áreas polares do Gondwana. Seguido dos eventos tectônicos da orogenia Caledoniana da Laurasia, formando principalmente os “antigos arenitos vermelhos” formados em depósitos terrestres. Neste intervalo de tempo a produção de carbonato de cálcio foi bastante elevada, ocorrendo grande diversidade da fauna marinha paleozóica. Plantas vasculares e florestas estabeleceram-se, e antes do final do período os primeiros tetrapodas apareceram (Figura 9).

Figura 9. O globo terrestre no Período Devoniano, segundo HOUSE & GRADSTEIN (2004).

3.9. Resumo histórico e classificação do Período Devoniano

Em 1840, Murchison e Sedgwick denominavam conjuntamente o Sistema Devoniano para as rochas de Devonshire no sul da Inglaterra, tendo feito o trabalho real antes de seu desentendimento sobre o contato do Cambriano e Siluriano. Devonshire é uma área-tipo pobre, porque as rochas estão intensamente deformadas e a base do sistema não está exposta. Não obstante, as rochas são fossilíferas, e foram as suas faunas distintas – intermediárias entre as do Siluriano abaixo e as do Carbonífero acima – que levaram a sua identificação como Devoniano. Murchison e Sedgwick mostraram que os fósseis podiam ser usados para reconhecer o Sistema Devoniano na “Rhineland” onde está muito melhor exposto e é muito fossilífero (EICHER, 1988 e RUDWICK, 1988).

Devonian Time Scale

AGE (Ma)	Epoch/Stage	Events	Conodonts	Ammonoids Zonation	Faunal guides	Ostracods	Bioevents	Main Seq. T R
	Carboniferous		<i>Siphonodella sulcata</i>				<i>Siphonodella sulcata</i> (Co)	
360	359.2 ± 2.5	Hangenberg	<i>Siphonodella praesulcata</i>	VI	Wocklumeria	<i>Acutimitoceras</i>	<i>hemisphaerica/latior</i> l.	<i>Retispora</i> ↓ <i>lepidophyta</i> (Sp)
			<i>Palmatolepis expansa</i>	V	Clymenia		<i>hemisphaerica/dichotoma</i>	
365		Dasberg	<i>Palmatolepis postera</i>	VI	Platyclymenia			
	Famennian	U. Annulata	<i>Palmatolepis trachytera</i>	III	Prolobites		<i>intercostata</i>	
			<i>Palmatolepis marginifera</i>	I				
370		Enkeberg	<i>Palmatolepis rhomboidea</i>	II	Cheiloceras		<i>serratostrata - nehdensis</i>	
		Condroz	<i>Palmatolepis crepida</i>					
			<i>Palmatolepis triangularis</i>				<i>sigmoidale</i>	
		Nehden	<i>Palmatolepis linguliformis</i>	13		<i>Crickites</i>	<i>Palmatolepis triangularis</i>	
375	374.5 ± 2.6	U. Kellwasser	<i>Palmatolepis rhenana</i>	12			<i>splendes/reich/schmidt</i>	<i>Manticoceras</i> (Am) <i>Beloceras</i> (Am)
		L. Kellwasser	<i>Palmatolepis jamieae</i>	11			<i>volki</i>	
	Frasnian		<i>Palmatolepis hassi</i>	9/10			<i>materni</i>	
		Rhinestreet	<i>Palmatolepis puctata</i>	6			<i>barrandei</i>	
				5			<i>cicatricosa/barrandei</i> l.	
380		Middlesex					<i>cicatricosa</i>	
							<i>cicatricosa/torleyi</i> l.	

Tabela 9b. Coluna geológica do Período Devoniano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 9c. Coluna geológica do Período Devoniano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.10. O Período Carbonífero - Mississipiano / Pensilvaniano

De acordo com as definições de DAVYDOV *et al.* (2004) e REDFERN (2000) o supercontinente Pangea estava formado no Carbonífero médio. As maiores mudanças na circulação oceânica ocorreram; diferenciações biogeográficas; alto bio-provincialismo; diversificação das plantas terrestres e aumento do intemperismo continental e armazenamento de carbono orgânico como carvão; sequestro de CO₂ da atmosfera com significativo resfriamento, maior glaciação, e acentuadas flutuações do nível do mar; seqüências cíclicas marinhas; aparecimento dos répteis (com a reprodução através do ovo amniótico) e a ocupação de novos nichos em terra; extinção ou decrescimento da biota do Paleozóico inferior como os estromatoporóides, corais tabulados, trilobitas, ostracodes, os peixes marinhos com armaduras pesadas; rápida diversificação de foraminífera, amonóides, gastrópodes, tubarões e insetos voadores. No limite do Carbonífero Superior com Permiano Inferior ocorreu o *Superchrone* Kiaman, conhecido como o mais longo período predominante de reversão de polaridade magnética (Figura 10).

Figura 10. O globo terrestre no Período Carbonífero, segundo DAVYDOV *et al.* (2004).

3.11. Resumo histórico e classificação do Período Carbonífero

Dois geólogos britânicos, William Coneybeare e William Phillips, propuseram este nome, em 1822, para as camadas do centro-norte da Inglaterra que continham camadas de carvão. O Carbonífero foi um dos primeiros sistemas a ser proposto seguindo o reconhecimento do valor dos fósseis para a correlação. O termo “Carbonífero” (portador de carvão) é descritivo, mas Coneybeare e Phillips esperavam que o Sistema Carbonífero fosse amplamente reconhecível por seus fósseis característicos, antes que por sua litologia. Foi Alexander Winchell que introduziu o termo “Mississipiano” na terminologia estratigráfica americana, em 1870, para as bem expostas camadas eocarboníferas do Vale do Mississipi. Em 1891, Henry Shaler Williams aplicou o nome “Pensilvaniano” do Estado da Pennsylvania para camadas neocarboníferas em contraposição às camadas mississipianas de Winchell. T.C. Vchamberlin e R.D. Salisbury elevaram os dois termos ao grau de sistema em 1906, e justificaram esta divisão em grande parte baseando-se na suposta discordância que separaria os dois sistemas. O Serviço Geológico dos Estados Unidos reconheceu oficialmente estes sistemas apenas nos meados da década de 1950. Nenhum deles encontrou uso fora da América do Norte (EICHER, 1988).

Carboniferous Time Scale										
Age (Ma)	Stage	Polarity Chron	Conodonts	Foraminifera	Ammonoids	Flora Macro Micro	Tetrapods	Main Seq. T R		
Pennsylvanian subperiod	Permian 299.0 ± 0.8	Central Asia Composite Kiaman Hyperchron Kartamysian Superzone	Cc 1	Cf 2 Cf 1	Ca 2	DS	VC	As1		
			↑ <i>Streptognathodus cristellaris</i>	↑ <i>Sphaerospawagerina</i>	↑ <i>Svetlanoceras Juresanites</i>					
			Pc 19	Pf 22	Pa 12					
			↑ <i>Streptognathodus isolatus</i> ↑ <i>Streptognathodus wabaunsensis</i>	↑ <i>Schwagerina</i>						
	Gzhelian 303.9 ± 0.9	Central Asia Composite Kiaman Hyperchron Kartamysian Superzone	Pc 18	Pf 21	Pa 11		NBM	Gzh2		
			↑ <i>Streptognathodus wabaunsensis</i>	↑ <i>Dutkevichia</i>	↑ <i>Shumardites</i>					
			Pc 17	Pf 20	Pa 10					
			↑ <i>Streptognathodus wabaunsensis</i>	↑ <i>Schellwienia</i>						
	Kasimovian 306.5 ± 1.0	Central Asia Composite Kiaman Hyperchron Kartamysian Superzone	Pc 16	Pf 19	Pa 9		ST	Gzh1		
			↑ <i>Idiognathodus</i>	↑ <i>Daixina</i>	↑ <i>Vidrioceras Artinskia</i>					
			Pc 15	Pf 18	Pa 8					
			↑ <i>Streptognathodus "simulatus"</i>							
	Moscovian 311.7 ± 1.1	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 14	Pf 17	Pa 7		OT	Kas1		
			↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>	↑ <i>Triticites</i> ↑ <i>Fusulinella Beedeina</i>	↑ <i>Parashumardites</i>					
			Pc 13	Pf 16	Pa 6					
			↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>							
Bashkirian 318.1 ± 1.3	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 12	Pf 15	Pa 5		SL	Msc1			
		↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>	↑ <i>Protriticites</i>	↑ <i>Eowellerites</i>						
		Pc 11	Pf 14	Pa 4						
		↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>								
Serpukhovian	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 10	Pf 13	Pa 3		NJ	Bsh2			
		↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>	↑ <i>Fusulinella</i> ↑ <i>archaeidiscids</i>	↑ <i>Winslowoceras</i>						
		Pc 9	Pf 12	Pa 2						
		↑ <i>Idiognathodus sagittalis</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 8	Pf 11	Pa 1		RA SS	Nectridea			
		↑ <i>Declinognathodus donetzianus</i>	↑ <i>Aljutovella aljutovica</i>	↑ <i>Homoceras</i>						
		Pc 7	Pf 10	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus donetzianus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 6	Pf 9	Pa 0		KV	Bsh1			
		↑ <i>Neognathodus atokaensis</i>	↑ <i>Verella</i>							
		Pc 5	Pf 8	Pa 0						
		↑ <i>Idiognathodus D. marginodosus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 4	Pf 7	Pa 0		SO				
		↑ <i>Idiognathodus D. marginodosus</i>	↑ <i>Schubertella</i>							
		Pc 3	Pf 6	Pa 0						
		↑ <i>Streptognathodus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 2	Pf 5	Pa 0		SO				
		↑ <i>Streptognathodus</i>	↑ <i>Pseudo-staffella</i>							
		Pc 1	Pf 4	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 3	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>	↑ <i>Plectostaffella</i>							
		Pc 0	Pf 2	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 1	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>	↑ <i>M. marblensis</i>							
		Pc 0	Pf 0	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 0	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>	↑ <i>Plectostaffella</i>							
		Pc 0	Pf 0	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 0	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>	↑ <i>Plectostaffella</i>							
		Pc 0	Pf 0	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 0	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>	↑ <i>Plectostaffella</i>							
		Pc 0	Pf 0	Pa 0						
		↑ <i>Declinognathodus noduliferus</i>								
Mississippian subperiod	Donetz Basin Composite Donetzian mixed normal-reversed Hyperchron (part) Debal'tsevan Superzone	Pc 0	Pf 0	Pa 0		SO				
		↑ <i>Declinognathodus nod</i>								

Tabela 10b. Coluna geológica do Período Carbonífero, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 10c. Coluna geológica do Período Carbonífero, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.12. O Período Permiano

Como colocado por WARDLAND, *et al.* (2004), REDFERN (2000) e STANLEY (1987) neste período a Pangea movia-se para o norte; ocorrendo transição climática (úmido a árido) de frio até um progressivo aumento do efeito estufa; com dramática redução de produção de carvão e de áreas pantanosas, afetando os habitats dos anfíbios; a extinção de plantas produtoras de esporos; formação dos maiores depósitos de evaporitos; mudanças nos esqueletos interno e externo de carbonato de cálcio dos invertebrados; maior diversificação de foraminíferos fusulinídeos, amonóides, briozoários e braquiópodes; assim como no fim do Permiano ocorreu a maior extinção em massa conhecida na história da Terra com o desaparecimento de 96% da biota marinha e 78% da biota terrestre, gerado por uma somatória de eventos que perduraram por cerca de 100 mil anos, atingindo por exemplo foraminíferos fusulinídeos, trilobitas, corais rugosos e tabulados, blastóides, peixes acanthodes e placodermos, e pelicossauros; dramática redução de briozoários, braquiópodes, amonóides, tubarões, peixes ósseos, crinóides, euripterídeos, ostracodes e equinodermos, etc (Figura 11).

Figura 11. O globo terrestre no Período Permiano, segundo WARDLAND, *et al.* (2004).

3.13. Resumo histórico e classificação do Período Permiano

Em 1841, após uma visita a Rússia Imperial, R. I. Murchison, em colaboração com geólogos russos, denominou este sistema na província de Perm que na Rússia, consiste em uma vasta e grande espessura de calcários superpondo-se às camadas carboníferas. Murchison reconheceu que os fósseis diferem dos encontrados em camadas mais velhas e mais novas, e asseverou que as camadas permianas podiam ser identificadas em áreas distantes por seus fósseis característicos antes de formalmente dar nome a este sistema (EICHER, 1988).

Tabela 11a. Coluna geológica do Período Permiano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 11b. Coluna geológica do Período Permiano, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.14. Eon Fanerozóico – Era Mesozóica

3.15. O Período Triássico

Em OGG (2004) e WEIDENSAUL (1992) o Mesozóico inicia-se com um gradual restabelecimento de plantas e vida animal após a extinção em massa do fim do Permiano. Amonites e conodontes são as principais ferramentas de correlação dos depósitos marinhos. O supercontinente Pangea não apresenta (até onde se sabe) episódios de glaciações. Os dinossauros surgem no Triássico Superior e dominam os ecossistemas terrestres. É um período relativamente calmo na história da Terra (Figura 12).

Figura 12. O globo terrestre no Período Triássico, segundo OGG (2004).

3.16. Resumo histórico e classificação do Período Triássico

O *Trias* de Friedrich August von Abberti, diretor das minas de sal em Württembergum, distrito do sul da Alemanha, unificou em 1834 uma seqüência de rochas com uma marcante divisão tripartida. O termo adotado é essencialmente descritivo. Na área-tipo no sul da Alemanha, as camadas são delimitáveis em grande escala, porém pobremente fossilíferas. Nos Alpes, ao sul, uma seqüência completa de faunas marinhas forneceu o padrão de referência para correlação mundial (OGG, 2004 e EICHER, 1988).

Tabela 12a. Coluna geológica do Período Triássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 12b. Coluna geológica do Período Triássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 12c. Coluna geológica do Período Triássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.17. O Período Jurássico

É colocado por OGG (2004) e WEIDENSAUL (1992) que neste período os dinossauros dominavam a superfície terrestre. Os amonitas são os principais fósseis para correlação dos depósitos marinhos. O supercontinente Pangea começa a sofrer ruptura, e no fim do Jurássico Médio o Atlântico Central começa a surgir. Sedimentos ricos em matéria orgânica localizados em diversas rochas formarão hidrocarbonetos utilizados pela civilização no futuro (Figura13).

Figura 13. O globo terrestre no Período Jurássico, segundo OGG (2004).

3.18. Resumo histórico e classificação do Período Jurássico

O termo “*Jura Kalkstein*” foi aplicado pelo Barão Friedrich Wilhelm Karl Heinrich Alexander von Humboldt em 1795, para as camadas das Montanhas Jura no norte da Suíça, mas, nesta época pioneira, ele considerou-o apenas como outra “formação” no esquema netunista de Werner. Leopold von Buch, em 1839, redefiniu o Jurássico como um sistema, no seu significado próprio (OGG, 2004; BOTTING, 1985 e EICHER, 1988).

Tabela 13a. Coluna geológica do Período Jurássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 13b. Coluna geológica do Período Jurássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Tabela 13c. Coluna geológica do Período Jurássico, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

3.19. O Período Cretáceo

Em OGG *et al.* (2004), WEIDENSAUL (1992) e STANLEY (1987) o supercontinente Pangea se fragmenta e forma os continentes modernos. Numa explosão de nanoplâncton calcário e foraminíferos de mares quentes formam massivos depósitos de giz. Neste período ocorre muita atividade vulcânica e aquecimento do clima em todo o globo. As plantas angiospermas floresceram durante o Cretáceo Superior e passaram a conviver com os últimos dinossauros. O Cretáceo se encerra dramaticamente devido a extinção em massa dos últimos dinossauros e de muitas outras espécies, causado provavelmente pelo impacto de um asteróide que modificou drasticamente quase todos os nichos ecológicos existentes (Figura 14).

Figura14. O globo terrestre no Período Cretáceo, segundo OGG, *et al.* (2004).

3.20. Resumo histórico e classificação do Período Cretáceo

Um geólogo Belga, Omalius d’Halloy, propôs em 1882 este termo para camadas circundando a Bacia de Paris. O termo deriva da palavra *Creta* que significa giz, um termo inteiramente descritivo. O uso atual do Sistema Cretáceo inclui outras litologias além de camadas de giz, mesmo na sua área-tipo onde a seção inferior contém principalmente arenito e folhelho. Em outras partes do mundo, o sistema pode alcançar milhares de metros de espessura e não incluir absolutamente qualquer camada de giz (OGG & GRADSTEIN, 2004 e EICHER, 1988).

Tabela 14a. Coluna geológica do Período Cretáceo, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Cretaceous Time Scale											
AGE (Ma)	Stage	Polarity Chron	Ammonite zones		Belemnites and other Macrofossils	Microfossil datums		Calcareous nannoplankton	Main Seq. T R		
			Tethyan	W. Interior, N. Amer.		Planktonic foraminifera					
85.8 ± 0.7	Coniacian	U	<i>serrato-marginatus</i>	<i>Scaph. depressus</i>	<i>Micraster coranguinum</i>	<i>D. primitiva</i>		<i>R. anthophorus</i>	CC14		
		M	<i>margae</i>	<i>Scaph. ventricosus</i>		<i>W. archaeo-cretacea</i>	<i>D. concavata</i>	<i>M. decussata</i>			
		L	<i>tridorsatum</i>	<i>allaudi/preventri</i>	<i>Micraster cortestudinarium</i>			<i>M. furcatus</i>	CC13		
		U	<i>For. petrociensis</i>	<i>Forr. peruana</i>		<i>Dicarinella concavata</i>		<i>L. maleformis</i> <i>E. eximius</i>	Tu4?		
89.3 ± 1.0	Turonian	U	<i>neptuni</i>	<i>Prion. germari</i> through <i>Prion. macombi</i> (7 zones)	<i>Sternotaxis planus</i>				CC12		
		M	<i>deverianum</i> <i>ornatissimum</i> <i>kallesi</i> <i>turonense</i>	<i>Prion. hyatti</i> <i>Pr. percarinatus</i> <i>Coll. woollgari</i>		<i>H. helvetica</i>					
		L	<i>Mam. nodosoides</i>	<i>M. nodosoides</i>	<i>Terebratulina lata</i>						
		U	<i>coloradoense</i> / <i>Wat. devonense</i>	<i>birchbyi</i> , <i>flexuosum</i> , <i>Wat. devonense</i>	<i>Mytiloides labiatus</i>	<i>Helv. helvetica</i>		<i>Q. gartneri</i>	CC11		
93.5 ± 0.8	Cenomanian	U	<i>Neocard. judii</i> , <i>Met. geslinianum</i> , <i>Caly. naviculare</i>	<i>Nig. scotti</i> , <i>Neoc. judii</i> through <i>Con. gilberti</i> (15 zones)	OAE2 ("Bonarelli")	<i>W. archaeo-cretacea</i> Rot. <i>cushmani</i>			CC10		
		M	<i>Ac. jukesbrownei</i> , <i>Acanthoceras rhotomagensis</i> , <i>Cunning. thermi</i>		Major Oceanic Anoxic Events	<i>Rot. cush.</i> , <i>reich. globos.</i>	<i>R. reicheli</i> , <i>R. appenninica</i>	<i>M. decoratus</i> , <i>L. acutus</i>	Ce3		
		L	<i>Mantelliceras dixonii</i>	<i>Neog. maclearni</i> , <i>N. americanus</i> , <i>Neog. muelleri</i> (equiv. 6 zones)							
		U	<i>Mantelliceras mantelli</i>	<i>N. cornutus</i> , <i>N. haasi</i>		<i>Rotalipora globotruncanoides</i>	<i>R. globotruncan.</i>		CC9		
99.6 ± 0.9	Albian	U	<i>Stoliczkaia dispar</i>		OAE1d ("Breistroffer")	<i>Rotalipora appenninica</i>			Al 11		
		M	<i>Calliopholites auritus</i>	<i>Mortonoceras inflatum</i>			<i>R. app.</i>				
		L	<i>Hysteroeceras varicosum</i>		OAE1c ("Toolebuc" or "Amadeus")	<i>Rotalipora tacinensis</i>	<i>R. sub-tacinensis</i>	<i>E. turrisseiffelii</i>			
		U	<i>Hystero. orbigny</i>	<i>Mortonoceras inflatum</i>							
105	Albian	U	<i>Diploceras cristatum</i>	NW Europe ammonite zones					CC8		
		M	<i>Euhopl. lautus</i>	<i>daviesi/ nitidus</i>		<i>B. breggiensis</i>	<i>T. praetictin.</i>		Al 7		
		L	<i>Euhoplites loricatus</i>	<i>meandrinus</i> , <i>subdelaruei</i> , <i>niobe</i> , <i>intermedius</i>		<i>Ticinnella praetictinensis</i>					
		U	<i>Hoplites dentatus</i>	<i>H. spathi/ L. lyelli</i>			<i>Tic. primula</i>	<i>A. albianus</i>	Al 4		

Cretaceous Time Scale

AGE (Ma)	Stage	Polarity Chron	Ammonite zones		Oceanic Anoxic Events	Microfossil datums		Main Seq. T R						
			Tethyan	W. Interior, N. Amer.		Planktonic foraminifera	Calcareous nannoplankton							
110-112.0 ± 1.0	Albian	M	<i>Euhopl. lautus</i>	<i>daviesi/nitidus</i>	OAE1b set ("Urbino")	<i>Ticinella praeticinensis</i>	Tic. primula	A. albianus	CC8	AI 7				
		<i>Euhoplites loricatus</i>	<i>meandrinus, subdelauei, niohe, intermedius</i>											
		<i>Hoplitis dentatus</i>	<i>H. spathi / L. lyelli</i>											
		<i>Douvillerias mammillatum</i>	<i>L. pseudolyelli through D. perinflata (8 zones)</i>											
		<i>Leymeriella tardelurcata</i>	<i>Ley. regularis, Ley. tardelurcata, Ley. schrammeni</i>											
		<i>Hypacanthoplites jacobi</i>	<i>Hypa. anglicus</i>											
115-125.0 ± 1.0	Aptian	Clansayesian	<i>Nolanicer as nolani</i>	<i>Hypa. rubricosus</i>	OAE1a ("Selli")	<i>Ticinella bejaouaensis</i>	T. beja.	Nannoconus steinmannii	Ap6					
		<i>D. nodosocostatum</i>	<i>N. nolani</i>											
		U	<i>P. melchioris</i>	<i>Parahoplites nutfieldensis</i>										
			<i>E. subnodosocostatum</i>	<i>Epicheloniceras martinoides</i>										
			Gargasian	<i>Dufrenoya furcata</i>		<i>Tropaeum bowerbanki</i>								
				<i>Deshayesites deshaysi</i>		<i>Deshayesites deshaysi</i>								
		Bedoulian	<i>Deshayesites weissii</i>	<i>Desh. forbesi</i>										
			<i>Deshayesites oglanlensis</i>	<i>Prodeshayesites fissicostatus</i>										
			L	<i>P. waagenoides</i>		<i>P. bigeatum Sim. stolleyi</i>								
				<i>C. sarasini</i>		<i>Ancy. innexum / pingue</i>								
125-130.0 ± 1.5	Barremian	M1	<i>Hemi. teraudianus</i>	<i>Paracrioncer as denckmanni</i>	Globigerinell. blowi	<i>Globigerinell. blowi</i>	Glob. blowi	Bar5						
		<i>Hemi. sartousi</i>	<i>Para. elegans</i>											
		<i>A. vandenheckii</i>	<i>Coron. darsi</i>											
		<i>K. compressissima</i>	<i>H. fissicostatum</i>											
		<i>Nick. pulchella</i>	<i>Hoplacioncer as rorocinctum</i>											
		<i>Kotetish. nicklesi</i>												
	M3	<i>Lavera. hugii auct.</i>												

3.21. Eon Fanerozóico – Era Cenozóica

3.22. O Período Paleogeno (antigo Terciário)

Após o catastrófico impacto global do limite Cretáceo-Paleogeno, iniciam-se novas tendências evolucionárias para foraminíferos e nanofósseis, e a expansão dos mamíferos; episódios de ocorrência de aquecimento global no limite Paleoceno-Eoceno e significativo resfriamento no Paleogeno Superior (Figura 15) (LUTERBACHER, *et al.*, 2004 e WEIDENSAUL, 1992).

Figura 15. O globo terrestre no Período Paleogeno, segundo LUTERBACHER, *et al.*, (2004)

3.23. Resumo histórico e classificação do Período Paleogeno

A Era Cenozóica (Phillips em 1841, originalmente como “Cainozoic” de *Kainos* = novo e *zoon* = animal) é subdividida em Paleogeno (*palaaios* = antigo, *genos* = origem) e Período Neogeno. O uso de “Terciário” definido em 1760 por Arduino e “Quaternário” formulado por Desnoyers em 1829, não é mais recomendado, tornando-se igualmente antiquado como os termos Primário e Secundário que entraram em desuso durante o século vinte. Naumann em 1866 associou em seu “Paleogeno Stufe”, o Eoceno e Oligoceno, como oposição ao “Neogeno Stufe” de Höernes definido em 1853 o qual incluiu não somente o Mioceno e o Plioceno, mas também toda a fauna do Pleistoceno. O termo “Nummulitique”, o qual tem sido empregado como equivalente do Paleogeno principalmente pelos estratígrafos franceses como Renevier em 1873, Haug entre 1908-11 e Gignoux em 1950, não é mais usado.

O Período Paleogeno é subdividido em épocas como Paleoceno, Eoceno e Oligoceno. Em sua subdivisão original do Terciário, Lyell (1833) introduziu o termo Eoceno (*eos*, aparecer, início; *Kainos*, recente) para a mais antiga parte do Terciário nas clássicas bacias cenozóicas européias nas quais ele identificou 3% das espécies de moluscos presentes. Mais tarde, Beyrrich em 1854, trabalhando principalmente no norte da Alemanha, separou o Oligoceno (*oligos*, pequeno) do Eoceno. Finalmente, Schimper em 1874, baseado em estudos paleobotânicos em Paris e em outras bacias do oeste da Europa, acrescentou o Paleoceno (antigo Eoceno). Considerando o Oligoceno como aceito sem obstáculos, o Paleoceno por um longo tempo sofreu resistência de normatização (LUTERBACHER *et al.*, 2004).

Tabela 15a. Coluna geológica do Período Paleogeno, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Paleogene Time Scale

AGE (Ma)	Epoch	Stage	Polarity Chron	Planktonic foraminifera	Calcareous nannoplankton	Main Seq. T R					
45	Eocene	M Lutetian	C20	P11		NP15 CP13	b	Chiasmolithus gigas	Lu1		
							a	Chiasmolithus gigas			
							b	Nannotetrina fulgens			
							a	Blackites inflatus			
							b	Discoaster subloboensis			
			E Ypresian	C21	P10		NP14 CP12	a			YP10
50	Eocene	E Ypresian	C22	P9		NP13 CP11			Th5		
			E Ypresian	C23	P7		NP12 CP10				Th1
55	Eocene	E Ypresian	C24	P6		NP11 CP9	b		Sel1		
							a				
			L Thanetian	C24	a		NP10 CP9	a			Th1
60	Paleocene	L Thanetian	C25	P5		NP9 CP8	b		Sel1		
							a				
			M Selandian	C25	c		NP8 CP7				Th5
65	Paleocene	M Selandian	C26	P4		NP7 CP6			Th1		
			E Danian	C26	a		NP6 CP5				Sel1
65	Paleocene	E Danian	C27	P3		NP5 CP4			Sel1		
			E Danian	C27	b		NP4 CP3				Th5
65	Paleocene	E Danian	C28	P2		NP3 CP2			Sel1		
			Cretaceous	C29	P1		NP2 CP1	b			Da1
							a				
65	Cretaceous	Cretaceous	C30			NP1			Da1		
			Cretaceous	C30							Da1

3.24. O Período Neogeno (antigo Quaternário)

Segundo LOURENS *et al.* (2004) e WEIDENSAUL (1992) no Período Neogeno ocorreu gradual fechamento do Mar de Thethys com a formação dos mais distintos cinturões de biota latitudinal, sob forte influência de fases de resfriamento. Os microfósseis marinhos são os eixos da cronoestratigrafia do Neogeno; ocorre complexa evolução dos mamíferos envolvidos na maior separação continental, com marcantes mudanças climáticas; ciclicidade de Milankovitch com sedimentos e isótopos de oxigênio preservados no Atlântico e Mediterrâneo, assistida pela escala de polaridade da Austrália-Antártica para o intervalo de 13 M. a., provendo a precisa e altamente acurada escala geológica do Neogeno (Figura 16).

Figura 16. O globo terrestre no Período Neogeno, segundo LOURENS *et al.* (2004).

3. 25. Resumo histórico e classificação do Período Neogeno

O termo *Neogeno* foi introduzido por Hörnes (1853-1864) para diferenciar o desaparecimento da fauna de moluscos do Mioceno e Pleistoceno na Bacia de Viena. O Neogeno original concebido por Hörnes refere-se à divisão estratigráfica do Terciário (Arduino – 1760 e Desnoyers – 1829) elaborada por Bronn em 1838, quem subdividiu este período (*Molasse Gebirge*) nos três grupos (denominado *Molasse Gruppen*). O primeiro Grupo Molasse foi comparado com a Época Eoceno de Lyell em 1833. O segundo grupo também de Lyell (1833), incluía as épocas do Mioceno (*untere Abtheilung*) e Plioceno (*obridge Abtheilung*), e o terceiro grupo continha o Quaternário (*Alluvial und Quartär-Gebilde zum Theile*). De acordo com a subdivisão de Bronn, também chamada de depósitos Löss e Diluvium (*Knochen-Höhlen und der Loss*), foram incorporadas na parte superior do segundo Grupo Molasse. Em 1837, Louis Agassiz apresentou sua “Teoria da Idade do Gelo” como alternativa para explicar os depósitos diluviais encontrados em extensas partes da Europa e América do Norte, os quais até então se pensava serem resquícios da inundação bíblica (a “Teoria do Dilúvio”). Logo em seguida, Forbes em 1846 propôs igualmente o termo Pleistoceno (ou Época Glacial) para o Dilúvio. Este termo perdurou por 25 anos antes de Lyell formalmente aceitar o termo Pleistoceno, no qual o próprio Lyell introduziu em 1839 a abreviação de Plioceno “Mais Novo”. Ele preferiu este termo para substituir o Pós-Pleistoceno, o termo introduzido por ele em 1857 junto com a redefinição de Recente. Lyell em 1873 recomendou, por essa razão, que o termo Pleistoceno deveria ser mantido estritamente como sinônimo com seu Pós-Pleistoceno. Lyell em 1839 mencionou que a Época do Plioceno Mais Novo era equivalente aos antigos estratos do Quaternário de Desnoyers, os quais tinham sido definidos pela separação de grupos marinhos, lacustres, aluviais, e de rochas vulcânicas mais jovens do que as da Bacia Terciária de Seine: estas rochas ocasionalmente exibiam desconhecidos ossos fósseis (mamutes) e de aves do Ártico. Deste modo, embora Lyell nunca adotara o termo Quaternário, este aparentemente em compassos com a Época Plioceno Mais Novo como tão bem o Pós-Pleistoceno (Pleistoceno *sensu* Forbes) e a Época Recente (abreviado como o Período Pós-Terciário de acordo com Lyell definido em 1857). Conseqüentemente, a comunidade científica estava com três opiniões para definir o limite Terciário-Quaternário no fim do século XIX. A opção mais

nova colocava o limite correspondente com a base de Bronn no terceiro grupo Mollasse, o qual deveria aproximar-se da base do Recente de Lyell. A segunda opção, na luz da Teoria Glacial de Agassiz, foi comparar o termo Quaternário com a Idade do Gelo e esta com a Época Pleistoceno segundo Forbes, embora esta era diferente do Pleistoceno que fora incluído por Lyell em 1857 como “Recente”, que mais tarde, em 1867 Gervais chamara de Holoceno. O limite Terciário-Quaternário deveria corresponder com o limite Plioceno Mais Novo – Pleistoceno de acordo com Lyell, definido em 1873, enquanto o Quaternário era equivalente para o termo Pós-Terciário *sensu* Lyell de 1857. A terceira e mais antiga opção para locar o limite Terciário-Quaternário estava na base da Época do Mais Novo Plioceno, no qual implica a redefinição da subdivisão original de Lyell para o Terciário (LOURENS *et al.*, 2004).

Tabela 16. Coluna geológica do Período Neogeno, segundo GRADSTEIN *et al.* (2004).

Capítulo 4 – Evidências paleontológicas e a compreensão dos estudantes.

A partir de uma série de entrevistas inéditas realizadas pelo Prof. Dr. Nelio Bizzo, reservadas exclusivamente para esta tese, envolveu crianças e adolescentes moradores em regiões com jazigos fossilíferos como na cidade de Ararapina, na Chapada do Araripe (Formação Santana) em Pernambuco e no Município de Mata (Formação Santa Maria) no Rio Grande do Sul.

Os entrevistados apresentaram diferenças sócio-culturais marcantes, assim como variados graus de exposição a livros didáticos. Mas tendo em comum a convivência com elementos naturais no cotidiano envolvendo diretamente o tempo geológico, como a presença dos fósseis. De acordo com as entrevistas foi possível elencar várias passagens e termos pontuados pelos entrevistados, que envolveram direta e indiretamente o tempo geológico, onde também foi possível destacar nos anexos 8.2 e 8.3 os termos utilizados pelos entrevistados. As transcrições integrais encontram-se no CD-ROM em anexo neste trabalho.

4.1. Relação dos entrevistados, faixa etária, série escolar, transcrições parciais e comentários com jovens moradores do jazigo fossilífero da Cidade de Ararapina, na Chapada do Araripe (Formação Santana), Pernambuco, Brasil.

Entrevista 1 - Bruno

Entrevista 2 - Carlos Alberto

Entrevista 3 - Gabriel

Entrevista 4 - Joaquina

Entrevista 5 - Luciana

Entrevista 6 - Elaim

Entrevista 7 - Vandeilson

4.2. Entrevista 1 – Bruno

Idade 12 anos

Série escolar – 6^a

Prof. Bizzo E me diga uma coisa Bruno, essas pedras de peixe que tem muito aqui, você as conhece? Você já as viu?

6

Bruno – Conheço. Eu já levei alguns para casa, mas não tenho mais.

Prof. Bizzo - O que você acha que são essas pedras de peixe? Como o pessoal chama elas aqui?

Bruno - Pedra de peixe mesmo. 1

Comentário:

No item 1 referem-se aos peixes fossilizados, onde, Bruno utiliza um termo prático, cultural e regional para os peixes e outros organismos que na realidade se fossilizaram há cerca de 110 milhões de anos atrás no Período Cretáceo (Tabelas 16 a - d), na região da Chapada do Araripe (CE). PELLANT (1995), FORMAR (1984) e MENDES (1977) definem fóssil como restos ou vestígios de animais ou plantas que existiram em épocas geológicas remotas e que ficaram conservados ou impressos nos estratos rochosos. São testemunhos do passado que tornaram possível reconstituir a história da vida sobre a Terra e estudar sua evolução. A fossilização envolve processos através do qual as matérias orgânicas constituintes dos seres vivos são substituídas por substâncias minerais presentes na água, transformando-se em *fósseis*. Este processo ocorre somente quando existem condições especiais, tais como a falta de oxigenação, o soterramento rápido, a proteção contra processos necrófagos ou bactérias aeróbicas. Na maior parte dos casos, conserva-se, apenas, as partes duras dos organismos vivos, como as conchas, os ossos, os dentes, etc.

Prof. Bizzo - Pedra de peixe, é assim que chama. E tem muito aqui, não é?

Bruno - Aqui não, nesse local não, agora a gente encontra muito na mina que tem bem ali. Num monte que tem ali. 2

Comentário:

No item 2 o termo *Mina*, que é distante do cotidiano dos moradores das grandes metrópoles é definido por FORMAR (1984) como uma cavidade, ou veio natural, localizado no interior da terra, ou depósito superficial, de minérios, água, ou outros produtos, susceptíveis de serem explorados economicamente. Os terrenos dessa região em particular, compreendem parte de uma grande bacia sedimentar portadora de fósseis de animais e vegetais, onde são extraídas rochas sedimentares para pisos, revestimentos, etc.

Prof. Bizzo e como é que essas pedras de peixe apareceram lá? Você tem idéia?

Bruno - Não, não tenho idéia não.

Prof. Bizzo - E você acha que aqueles peixes lá são parecidos com os peixes aqui do açude?

Bruno – Como assim...

Prof. Bizzo - Você já olhou bem os peixinhos que tem lá na pedra do peixe ou não?

8

Bruno - Já, assim, não aparece, só aparece a parte dos ossos dos peixes, aparece só a parte interna do peixe. 3

Comentário:

No item 3 é apresentado um diagnóstico prévio pelo entrevistado quanto a observação da morfologia interna do fóssil, tendo como referência a presença dos ossos. E é nítido a indagação causada nos processos relativamente desconhecidos sobre a fossilização envolvida, e tornando-se uma incógnita sobre sua origem e formação.

Prof. Bizzo - Agora aquele peixe é o osso dele ou é pedra?

Bruno - Eu acho que é o osso dele que se transformou em pedra. 4

Comentário:

O item 4 revela uma descrição superficial dos processos primários de fossilização, com a transformação da amostra em “pedra”, que segundo FORMAR (1984) é qualquer fragmento de rocha ou de minerais. É evidente que o tipo de fossilização sofrida foi por substituição, processo este cujo material de origem é substituído por material mineral CASSAB (2000) e CARVALHO & BABINSKI (1985).

Prof. Bizzo - Se você pegar um peixe daqui do açude e deixar ele secar, ele vai ficar sequinho, bem esturricado, não é isso?

Bruno - É, e aí com a formação da terra, acho que a terra vai formando e transformando ele em pedra. 5

Comentário:

Em 5 nota-se a certeza a respeito da natureza geológica do fóssil. O menino não fala por hipótese. Ele fala com conhecimento de causa, demonstrando intimidade com o objeto e muita convicção.

Prof. Bizzo - Então aquilo que tem dentro da pedra é pedra mesmo, é uma pedra com forma de peixe, não é um peixe seco, não é osso de peixe, não é escama do peixe?

9

Bruno - É pedra, mas parece escama.

Prof. Bizzo - Parece escama?

Bruno - Parece, é pedra e dentro tem a parte do peixe. 6

Comentário:

Em 6 é nítida a confusão referente a possível presença de escamas marcando parte da anatomia externa do fóssil de peixe, com os restos de ossos preservados junto à anatomia interna.

Prof. Bizzo - E há quanto tempo que você acha que o peixe que está lá dentro dessa pedra morreu? Você acha que faz quanto tempo? Muito, muito tempo ...?

Bruno - Eu acho que faz muito tempo, porque para um ser vivo se transformar numa pedra, a pedra se formar, acho que demora muito tempo. [7](#)

Comentário:

Em [7](#) nota-se a profundidade da elaboração realizada por Bruno, que conjectura sobre o tempo que um peixe levaria para se transformar em pedra (fossilização).

Prof. Bizzo - Mas você acha que no tempo que essa pedra se formou, os índios já habitavam aqui nessa região, ou você acha que foi muito antes de aparecer nos índios ou foi quando o Pedro Álvares Cabral chegou no Brasil, ou muito antes, foi na época de Jesus Cristo, ou você acha que foi muito antes da época de Jesus Cristo? Quando você acha mais ou menos que deve ter sido, quanto tempo deve ter levado para virar pedra assim?

10

Bruno - No tempo dos índios, porque eu acho que se fosse muito, muito tempo assim, eu acho que não ia ficar assim não.[8](#)

Comentário:

Em [8](#) Bruno desenvolve um argumento sobre o ciclo de uma rocha, identificando uma rocha sedimentar e conjecturando sobre a ação do intemperismo em períodos de tempo da ordem máxima aproximada de 500 anos.

Prof. Bizzo - Já tinha sido desmanchado?

Bruno - Já tinha sido desmanchado, porque aquela pedra não é uma pedra bem resistente como a gente encontra uma pedra assim, ela parece mais uma pedra que qualquer batida assim quebra.[9](#)

Comentário:

No item [9](#) ressalta-se o trecho em que Bruno justifica com evidências empíricas a sua convicção.

Prof. Bizzo - Entendi, então ela não poderia durar muito tempo, ela ia acabar, se fosse mais tempo do que o tempo dos índios, aquilo já tinha se esfarelado. E como que você acha que era aqui o lugar no tempo que esses peixes se formaram, você acha assim que já tinha umas

árvores parecidas com essas ou essas árvores mesmo? OU você acha que o Mandacaru estava aqui? Como é que era o lugar onde esses peixes moravam?

11

Bruno - Eu acho que tinha muita água, nos lugares onde hoje é terra, onde a gente encontra as pedras de peixe, eu acho que lá antes era água, onde os peixes viviam [10a](#).

Comentário:

[10a](#) - Neste trecho e no seguinte, Bruno admite modificações ambientais muito grandes em relação a períodos remotos

Prof. Bizzo - É? Então era um lugar muito, era o quê? Uma lagoa, um açude muito grande ou era um mar, o que que era?

Bruno - Eu acho que era uma lagoa mesmo, uma água bem grande [10b](#).

Comentário:

[10b](#) - Este trecho confirma sua convicção.

Prof. Bizzo - Um açude assim bem grande?

Bruno - É, porque tem um monte ali, uma mina, mina não, mas assim um monte, do lado tem um açude e lá é aonde geralmente aparecem essas pedras, então eu acho que já tem um pouco a ver com a água, que há muito tempo era em maior quantidade, que deu origem a esses peixes. [11](#)

Comentário:

Em [11](#) Bruno se refere a um ambiente próximo onde há uma mina de gipsita, de um lado da estrada e, de outro, um açude seco. Ao lado do açude seco (onde há peixes enterrados em meio à lama rachada e ressecada) há um afloramento fossilífero de muita importância.

12

Prof. Bizzo - Entendi, e você acha que aquela água que está lá, ainda deve ter algum peixe lá virando pedra?

Bruno - Não sei, acho que não, eu não sei até se ainda tem água lá, porque eu nunca mais fui lá.

Prof. Bizzo - Entendi, mas se tivesse água lá, poderia estar formando ainda?

Bruno - É, poderia estar formando e só ficar pronto daqui a muito tempo (inaudível) 12

Comentário:

12 - Note-se o princípio uniformitarista.

Prof. Bizzo - Entendi, então você acha que tinha muita água aqui, que era uma lagoa muito grande, mas depois dessa lagoa, você acha que, essa lagoa foi secando como secou esse açude?

13

Bruno - É, eu acho que tinha muita água (inaudível, (pergunta a uma terceira pessoa) tem água ainda lá no vizinho? Tem mais que essa? Tem mais que esse?

Prof. Bizzo - Tem mais do que essa água aqui?

Bruno - Tem mais do que essa água aí.

Prof. Bizzo - Então lá ainda tem bastante água, então você acha que se for lá no meio da água ainda acha essas pedras de peixe?

Bruno - Eu acho que a gente não encontra no meio da água não, a gente encontra na terra vizinha, que é no monte da terra vizinha...13

Comentário:

13 - Bruno se refere ao fato de haver o afloramento fossilífero ao lado do açude seco que ele aponta. Não é o mesmo açude seco à beira do qual esta entrevista se realizava, mas o outro a que se referiu há pouco.

Prof. Bizzo - Tá bom, e que outros bichos você acha que tinha nessa lagoa? Só tinha peixe?

14

Bruno - Eu acho que não só o peixe, acho que cobra, eu acho que encontra pedra em outros tipos de animais também.

Prof. Bizzo - É? Que tipo de animal encontra?

Bruno - Acho que encontra cobra, pedra com cobra, e falam muito dessas pedras também.
14

Comentário:

14 – Refere-se a presença de serpentes fossilizadas, possivelmente devido a presença de vértebras e outros ossos.

Prof. Bizzo - Então você acha que essa cobra vivia debaixo da água?

Bruno - Sim.....

Comentário final: Mesmo convivendo com os fósseis e consciente de que o ambiente sofreu modificações significativas, somado as informações complementares recebidas na escola, ficou evidente que Bruno tem uma concepção cognitiva do tempo geológico não condizente com os parâmetros científicos. A sua impressão a respeito do tempo é semelhante a dos alunos de mesma faixa etária das grandes cidades, que só tem como referência o livro didático sobre os elementos abordados.

4.3. Entrevista 2 - Carlos Alberto

Idade 12

Série escolar – 2^a

Prof. Bizzo - E você conhece essas pedras de peixe?

Carlos Alberto - Não.

Prof. Bizzo - Você nunca viu a pedra de peixe?

Carlos Alberto - Já vi sim.

Prof. Bizzo - Você lá na rua me mostrou, você sabia direitinho se tinha peixe dentro da pedra ou se não tinha.

25

Carlos Alberto - É porque ela tem lá as escamas, mas mortas, faz essas escamas. 1

Comentário:

1 - Fica claro que o reconhecimento do fóssil está associado a partir de sua anatomia externa devido à presença de escamas já mortas de acordo com Carlos Alberto.

Prof. Bizzo - Mas quando você pega a pedra fechada, como é que você sabe se tem um peixe dentro ou não?

Carlos Alberto - Só se abrir.

Prof. Bizzo - Só se abrir, é?

Carlos Alberto - Como ela estava quebrada do lado, deu para ver.

Prof. Bizzo - Ah, dá para ver. Entendi, e você olhando assim, você sabe se aquela pedra, por exemplo, aquela pedra que nós estamos olhando ali, aquela ali é pedra de peixe ou não?

Carlos Alberto - Não.

26

Prof. Bizzo - Como é pedra de peixe?

Carlos Alberto - Ela é assim (mostra as duas mãos em forma de concha).

Prof. Bizzo - É meio cumpridinha e meio redondinha.

Carlos Alberto - É.

Prof. Bizzo - É como se fosse um peixe, só que mais gordinho. E me diz uma coisa, como é que foi parar o peixe lá dentro?

Carlos Alberto - Não ei não.

Prof. Bizzo - Você já viu essas pedras abertas?

Carlos Alberto - Já.

27

Prof. Bizzo - Você já abriu algumas para ver?

Carlos Alberto - Já.

Prof. Bizzo - Você tem curiosidade de saber o que tem dentro da pedra?

Carlos Alberto - Só sei que tem um peixe.

Prof. Bizzo - E que tipo de peixe que é? Você acha que é peixe parecido com a Piaba, com a Traíra?

Carlos Alberto - Eu acho que é.

Prof. Bizzo - É bem parecido, é? Você acha que é Traíra mesmo, é Piaba mesmo, ou é um outro peixe?

Carlos Alberto - Acho que é Piaba e Traíra. [2](#)

Comentário:

O item [2](#) utiliza exemplos de peixes atuais como referência aos fósseis, remetendo sutilmente ao princípio do uniformitarismo elaborado por James Hutton e detalhado por Charles Lyell.

28

Prof. Bizzo - E quanto tempo você acha que faz que essa Traíra ou Piaba morreu e virou pedra?

Carlos Alberto - Sei não.

Prof. Bizzo - Ou você acha que foi assim, faz muito tempo, foi no tempo dos índios, foi no tempo do Pedro Álvares Cabral, foi no tempo de Jesus Cristo? Faz muito, muitos anos? Quando você acha que virou pedra?

Carlos Alberto - Faz muitos anos. [3](#)

Comentário:

O item [3](#) revela um parâmetro cognitivo subjetivo que postula a longevidade do tempo em “faz muitos anos”. Tal observação é de intuito convencional, pois quantificar o tempo a partir de séculos, por exemplo, gera também dificuldades subjetivas de magnitude.

Prof. Bizzo - Muito anos, mas quanto mais ou menos? Você acha que faz 100 anos, 1.000 anos, 10.000 anos, 100.000 anos, 1.000.000 de anos?

Carlos Alberto - Uns 100 anos.

29

Prof. Bizzo - Uns 100 anos mais ou menos, é? E você acha que aqui nesse açude vai aparecer alguma pedra de peixe?

Carlos Alberto - Não.

Prof. Bizzo - Por que não vai aparecer?

Carlos Alberto - Porque só tem os peixes aí, não tem muita pedra aqui por perto para eles ficarem dentro. 4

Comentário:

Em 4 interpreta-se que os peixes estão locados dentro de pedras (rochas), ambiente de ocorrência da fossilização, entretanto este processo é bem complexo pelo tipo de formação dos fósseis de peixes na região CARVALHO & BABINSKI (1985).

Prof. Bizzo - Então você acha que a pedra de peixe só vai se formar aonde tem pedra, precisa ter o peixe e precisa ter pedra. Mas essa pedra de peixe, ela hoje aparece num lugar que não tem água, dentro da água você não acha, que nem, aqui dentro do açude você não acha essa pedra?

Carlos Alberto - Não.

30

Prof. Bizzo - E como é que esse peixe foi parar lá então, você acha que ele saiu da água e virou pedra?

Carlos Alberto - Secou lá e tinha as pedras.

Prof. Bizzo - Secou e aí devia ter pedra no açude, no lugar, e você acha que era um açude, era um mar, era uma lagoa, o que que era?

Carlos Alberto - Um mar. 5

Comentário:

Em 5 nota-se como Carlos Alberto pressupõe ter ocorrido grande transformação em espaço de tempo reduzido, ao mencionar a presença de um mar no “passado” na região, o que de fato ocorreu há pelo menos 110 M. a. Período Cretáceo Médio (PETRI & FULFARO, 1983). O entrevistado menciona que os peixes fossilizados são as mesmas espécies de peixes atuais que ocorrem no açude local; “Piaba” peixe da Família Characidae e do Gênero *Tetragonopterus* e “Traíra” da Família Erythrinidae, Gênero *Hoplias* NOMURA (1984). Verifica-se uma sutil contradição ao associar as mesmas espécies de peixes de açude (águas límnicas ou continentais) vivendo em ambiente marinho.

Prof. Bizzo - Você acha que era o mar, você já viu o mar? Já viu a praia?

Carlos Alberto - Só na TV.

Prof. Bizzo - Só na TV, mas você acha então que devia ser um mar salgado mesmo.

31

Carlos Alberto - É.....

Comentário final: É notório que Carlos Alberto se refira ao tempo de formação do ambiente deposicional em apenas 100 anos, pois a convivência com os fósseis e as aulas de ciências e geografia na escola pouco o fizeram questionar sobre as particularidades deste ambiente ricamente fossilífero e sua formação. Assim como as transformações necessárias para a formação dos fósseis.

4.4. Entrevista 3 - Gabriel

Idade 13 anos

Série escolar – 5^a

Prof. Bizzo - E como você faz para saber se é pedra de peixe?

Gabriel - Ela é bem redondinha, só que ela é assim, parecido um ovo, só que achatado.

Prof. Bizzo - Parece um ovo achatado. E aí você quebra ela para ver o que tem dentro. E que tipo de peixe tem dentro dessa pedra?

42

Gabriel - Não dá para identificar não, mas tem muitos peixes e tem cobra também. [1](#)

Comentário:

[1](#) - Novamente reconhecimento de serpentes (cobras) presentes com os peixes.

Prof. Bizzo - Tem cobra também é? E você acha que esses peixes são parecidos com os peixes que tem aqui no açude ou não? Ou são diferentes?

Gabriel - Eu acho que tem igual. E eu acho que são diferentes também. [2](#)

Comentário:

2 - É transparente a contradição em relação à interpretação dos peixes fósseis e os peixes atuais presentes no açúde próximo.

Prof. Bizzo - Tem parecidos e tem diferentes também, ah , é? Há quanto tempo faz que esses peixes morreram?

Gabriel - Muito tempo. 3

Comentário:

3 - A noção de passado é evidente pelo entrevistado, porém não é quantificada.

Prof. Bizzo - Mas muito tempo quanto assim? Você acha que são peixes que morreram há 100 anos atrás, 1.000 anos atrás?

43

Gabriel - Na Pré História eu acho. 4

Comentário:

Em relação ao item 4 o conceito de Pré-História é subjetivo ao se referir ao passado longínquo não quantificado pelo entrevistado. Define-se Pré-História como o intervalo de tempo decorrido antes da escrita, dentro do intervalo atual conhecido como Holoceno ou Recente com 10.000 anos de duração (HARLAND *et al.*, 2003). Entretanto, sabe-se hoje que na Ilha de Wrangel, no norte da Sibéria, Rússia, foram encontrados ossos de mamutes (*Mammuthus primigenius*) datados por radioisótopos entre 3500 e 4000 anos atrás (BLOUNT & CROWLEY, 2003). Nesta época os egípcios começavam a construir as primeiras pirâmides, e, portanto verifica-se uma verdadeira sobreposição entre a Pré-História e a História, devendo este conceito ser revisto.

Prof. Bizzo - Mais ainda, 10.000, 100.000 anos atrás, há muito tempo atrás? E como viraram pedra? Como é que pode virar pedra o peixe?

Gabriel - Acho que é com a lama, que fica seca. 5

Comentário:

5 - Gabriel concebe o açude seco como sendo modelo para fossilização.

Prof. Bizzo - Acha que ele deve morrer num lugar, deve ressecar, e aí a lama que está em volta ...

Gabriel - Cobre eles. 6

Comentário:

6 - Novamente o princípio do processo da fossilização, que se repete em 7, 8 e 11.

Prof. Bizzo - Cobre eles e aí ele vira pedra, agora se você pegar aquele peixe, aquele que está dentro da pedra, aquilo ali é pedra também ou é peixe?

Gabriel - É os dois, que o peixe está envolvido na pedra. 7

44

Prof. Bizzo - Mas você acha que tem, o osso do peixe está lá dentro?

Gabriel - Tem, eu já abri e vi assim os esqueletos dentro. 8

Prof. Bizzo - E a escama, você acha que a escama é do peixe mesmo que está ali ou não?

Gabriel - Eu acho.

Prof. Bizzo - Como você acha que aquilo ficou lá durante todo esse tempo, você acha que estava naquele lugar, ali tinha água, tinha lagos, tinha um açude? Como é que...?

Gabriel - Eu acho que ali tinha um lago ou um mar até. 9

Comentário:

9 - As dimensões do sítio paleontológico devem sugerir a antiga presença de um lago ou mar na região.

45

Prof. Bizzo - E aí, como é que esse mar secou, essa lagoa secou?

Gabriel - É, e aí os peixes ficaram no fundo e daí a lama cobriu eles. 10

Prof. Bizzo - Está parecido com o que aconteceu aqui no açude, você acha que aqui no açude pode ter algum peixe que pode virar pedra?

Gabriel - Eu acho.

Prof. Bizzo - Daqui a algum tempo talvez vire pedra o peixe. E por que só tem peixe, não tem pedra de outros bichos?

Gabriel - Eu acho que antigamente aqui tinha um oceano, um mar.

46

Prof. Bizzo - Um oceano?

Gabriel - Eu acho porque só tem peixes, não tem outros bichos. 11

Comentário:

11 - Uma superficial interpretação paleoecológica do antigo ambiente deposicional marinho por parte de Gabriel.

Prof. Bizzo - E por que esse oceano saiu daqui?

Gabriel - Não sei explicar não.

Prof. Bizzo - Mas então deve ter sido há muito tempo atrás.

Gabriel - É.

Prof. Bizzo - E hoje o oceano está aonde?

Gabriel - NO Globo, na Terra.

47

Prof. Bizzo - Então, mas você já foi no mar? Tomar um banho de mar?

Gabriel - Já.

Prof. Bizzo - Como você vai para lá?

Gabriel - De carro.13

Prof. Bizzo - De carro, de ônibus, demora muito? E você acha que é aquele mar lá que vinha até aqui?

Gabriel - É, aumentou o nível do mar e veio até aqui. 12

Comentário:

[12](#) - Note-se a nítida noção de transgressão marinha (no sentido geológico) ao mencionar sobre o nível do mar que chegava na região na época em que os peixes e outros organismos viviam e que sofreram a fossilização. De uma certa forma é citada uma possível transgressão marinha, ou seja, um fenômeno geológico que ocorre com avanço gradual do mar sobre a terra. As transgressões e os fenômenos inversos (regressões) têm-se alternado no tempo geológico e constituem uma das bases das classificações estratigráficas (MAGLIOCCA, 1987).

Prof. Bizzo - Ah, o nível do mar deve ter subido e deve ter chegado até aqui, e aí então apareceu ...

48

Gabriel - As pedras de peixe.

Prof. Bizzo - E naquela época, você acha que viviam outros bichos também, além dos peixes, em algum outro lugar?

Gabriel - Eu acho.

Prof. Bizzo - Que outros bichos você acha que devia viver naquela época?

Gabriel – Dinossauros [13](#)

Comentário:

[13](#) - Gabriel demonstra que tem nível de informação elevado.

Prof. Bizzo - Que mais?

Gabriel - É, muito bicho.

Prof. Bizzo - E você estudou alguma coisa sobre isso? Como é que você sabe tanta coisa disso?

49

Gabriel - É o professor de história que estava dizendo pra gente que perto daqui tem muitos fósseis de dinossauros, veio até uma equipe para cá, mas não encontrou dinossauro não, fósseis de dinossauros, só encontraram os de peixes. [14](#)

Comentário:

14 - A Escola forneceu substrato para o entendimento dos eventos ocorridos na região no passado como a contemporaneidade dos dinossauros e dos peixes na época na região. O termo dinossauro é genérico e refere-se a duas ordens de répteis já extintas, com base na morfologia da bacia pélvica dos mesmos. A Ordem Ornithischia (bacia de ave) e Saurischia (bacia de réptil) segundo FENTON & FENTON (1989) e MCLASTER (1988).

Verifica-se a importância da escola para o enriquecimento cultural e também científico para a região.

Prof. Bizzo - Entendi, então você estudou isso na escola também. E você gostou de estudar?

Gabriel - Gostei.

Prof. Bizzo - E você estudou em que ano isso? Foi agora, faz tempo?

Gabriel - Não tá com muito tempo não.

50

Prof. Bizzo - Foi ainda na 5ª série?

Gabriel - Foi.

Prof. Bizzo - Então foi nesse ano mesmo, tá bom, Gabriel, tem mais uma coisinha que eu quero te perguntar, aquelas escaminhas que aparecem no fóssil, aquilo lá é escama mesmo ou é pedra?

Gabriel - É escama.

Prof. Bizzo - Aquilo é escama mesmo, aquilo você acha que não é da pedra, aquilo é do peixe?

Gabriel - É. A única coisa que não sai no peixe é o esqueleto e a escama dele, mas a carne ela desaparece. 15

Comentário:

15 – A noção de preservação das partes anatômicas internas e externas mineralizadas é diagnosticada pelo entrevistado que ressalta a não preservação dos tecidos e sim das partes duras e/ou esqueléticas.

51

Prof. Bizzo - A carne desaparece, mas tem umas pedras que são carnudinhas assim, não é? Mas aquilo não é carne não, para comer aquilo lá não dá para comer não é? E se cozinhar aquilo, amolece ou não?

Gabriel - Acho que não.

Prof. Bizzo - Você já tentou?

Gabriel - Não, nunca tentei não.....

Comentário final: Gabriel demonstrou um bom nível de conhecimento a respeito de seu ambiente de convívio, além do conhecimento que a escola lhe proporcionou. Porém é evidente que sua concepção sobre o tempo geológico também é muito superficial, e assemelha-se aos alunos de mesma série escolar das grandes cidades, distantes de sua realidade e que se limitam somente pelas informações pertinentes aos livros didáticos.

4.5. Entrevista 4 - Joaquina

Idade 10 anos

Série escolar – 1^a

53

Prof. Bizzo - Então você nasceu no dia 24 de março de 1991, não é isso? Muito bom, você conhece essas pedras aqui? Tem muito disso por aqui? (mostra fósseis)

Joaquina - Tem.

Prof. Bizzo - Você mesma já achou?

Joaquina - Eu achei uma, só foi uma mesmo. [1](#) .

Comentário:

[1](#) - As crianças se mostram cientes dos “problemas” que envolvem a coleta de fósseis. São comuns as prisões de contrabandistas de fósseis na região.

Prof. Bizzo - Mas todo mundo aqui conhece isso?

56

Joaninha - Conhece.

Prof. Bizzo - E o que é isso aqui? Você chama isso aqui de quê?

Joaninha - De pedra de peixe.

Prof. Bizzo - E isso aqui é um peixe mesmo?

Joaninha - É um peixinho daqueles pequeninhos.

Prof. Bizzo - É um peixinho pequeninho? E como é que ele veio parar aqui dentro?

Joaninha - Foi um tempo que o mundo ia se acabar. [2](#)

Comentário:

[2](#) - Nessa vila as casas são muito próximas e as crianças estão estudando catecismo. As crianças fazem referência a dilúvio, mesmo sem conseguir nomeá-lo adequadamente. Uma verdadeira associação catastrofista como apresentado na história do tempo geológico.

Prof. Bizzo - E aí, o que aconteceu?

57

Joaninha - Aí aconteceu e os peixes ficaram dentro das pedras. [3](#)

Comentário:

[3](#) – Joaninha interpreta o processo de fossilização a partir do momento em que os peixes se alojaram dentro das “pedras”

Prof. Bizzo - Então, mas aí o que aconteceu, você acha que isso aí aconteceu há muito tempo atrás ou há pouco tempo atrás. Há quanto tempo atrás isso aconteceu?

Joaninha - Há muito tempo.

Prof. Bizzo - Muito tempo quanto? 100 anos, 1.000 anos, você acha que foi no tempo dos índios, foi no tempo de Jesus, foi no tempo de quando tinha monstros? Quando foi? Muito, muito tempo?

Joaninha - Muito, muito tempo. [4](#)

Comentário:

4 – A noção intuitiva de tempo profundo é vaga e abstrata

Prof. Bizzo - Quando? Você sabe dizer assim mais ou menos quanto tempo?

58

Joaninha - Não.

Prof. Bizzo - Não, mas é há muito tempo. Que outros bichos existiam naquela época?

Joaninha - Não sei, porque eu acho que eu não era nascida ainda.

Prof. Bizzo - Mas você acha que naquela época tinha macaco, cavalo, porco?

Joaninha - Eu acho que tinha.

Prof. Bizzo - E o que é isso aqui? Isso aqui é o osso do peixe, isso aqui é a escama dele ou é uma pedra? Você já se perguntou isso?

Joaninha - Não.

59

Prof. Bizzo - O que será que é isso daqui? É pedra mesmo? Ou é o esqueleto do peixe, a escama do peixe?

Joaninha - Eu acho que é o peixe.

Prof. Bizzo - Você acha que é o peixe mesmo. E isso aqui? Tem alguma que quebra que fica cheirando peixe ou não?

Joaninha - Não.

Prof. Bizzo - Nenhuma cheira peixe?

Joaninha - Não.

Prof. Bizzo - Então se é peixe mesmo, não tinha que cheirar um pouco de peixe? Não tinha que ter cheiro de peixe?

60

Joaninha - Não sei não.

Prof. Bizzo - Porque o peixe quando a gente pega, ele tem cheiro de peixe, não tem?

Joaninha - Tem.

Prof. Bizzo - Muito bom, Joana, e se agente cozinhar isso daqui, amolece?

Joaninha - Não posso dizer, que eu não sei, eu acho que não. 5

Comentário:

5 - Note-se a convicção sobre a natureza pétrea dos fósseis.

Prof. Bizzo - Você acha que não, você acha que isso daqui é pedra, pedra mesmo?

Joaninha - Vai ver que é.....

Comentário final: A concepção apresentada por Joaninha é bastante simples e remete a eventos catastróficos; e mesmo a sua noção de tempo não sendo quantificada ela afirma que os processos ligados à fossilização ocorreram há muito tempo.

4.6. Entrevista 5 - Luciana

Idade 12 anos

Série escolar – 4^a

Entrevista 5 - Luciana

Prof. Bizzo - Tá certo, você conhece essas pedras aqui? Aqui tem bastante, não é?

63

Luciana - Tem bastante.

Prof. Bizzo - Como você acha que essas pedras se formaram? Você mesma já achou essas pedras por aqui?

Luciana - Já, já achei muitas.

Prof. Bizzo - Já achou muitas, o pessoal aqui, todo mundo conhece?

Luciana - Conhece.

Prof. Bizzo - Como chama isso daqui?

Luciana - Chamam pedras de peixe.

Prof. Bizzo - E a pedra de peixe, aparece aonde aqui, mais ou menos?

64

Luciana - Nas minas. [1](#)

Comentário:

[1](#) - Verifica-se a interpretação de minas (mineração/extração) para sítios paleontológicos.

Prof. Bizzo - Na mina, e como essa pedra se formou lá na mina?

Luciana - Eu acho, o povo fala por aqui, que foi um tempo que teve muitas chuvas, choveu 3 dias e os peixes viraram pedras, é o que o povo fala. [2](#)

Comentário:

No item [2](#) é exemplo nítido que a cultura popular em certas situações torna-se um dogma ou mesmo uma regra, levando as pessoas a terem uma visão simplista, sem embasamento lógico, e não havendo associação com o cotidiano.

Prof. Bizzo - Então choveu e aí então nesse lugar onde estão os ...

Luciana - Os lagos, eles tinham peixes e choveu tanto que os peixes viraram pedras.

Prof. Bizzo - Você acha que foi por conta da chuva que virou pedra?

65

Luciana - Por aqui o povo diz.

Prof. Bizzo - É mesmo? E como é que pode ter virado pedra por causa de chuva?

Luciana - Aí eu não sei.

Prof. Bizzo - Quais eram os outros bichos que tinha nesse lugar, você sabe?

Luciana - Sei não.

Prof. Bizzo - Você acha que devia ter macaco, cachorro, porco?

Luciana - Devia.

66

Prof. Bizzo - E você acha que eles viraram pedra há muito tempo atrás? Há quanto tempo mais ou menos?

Luciana - Eu não sei, uns 1.000 anos. 3

Comentário:

3 - Luciana atribui 1.000 atrás para justificar a ocorrência dos eventos locais visíveis, emergindo uma noção de quantificação temporal superficial e de longevidade cognitiva.

Prof. Bizzo - Uns 1.000 anos por aí, e como é que eles podem ter virado pedra? Você acha que era lago ou era mar?

Luciana - Devia ser mares, lagos, rios que tinham peixes. 4

Comentário:

4 - A noção de um antigo macroambiente deposicional é perceptível.

Prof. Bizzo - E tem algum outro bicho que a gente pega aqui?

Luciana - Não, o tio meu um dia encontrou um pedaço de pau, que estava virado pedra. 5

Comentário:

No item 5 é citada a ocorrência de madeira petrificada, obedecendo ao processo de silicificação que segundo CASSAB (2000) e CARVALHO & BABINSKI (1985), ocorre quando o organismo ou parte dele, após soterramento em ambiente subaquoso, sofre lenta “troca” de suas moléculas originais por outras soluções mineralógicas da água intersticial do sedimento que o rodeia. Como essa “troca” de moléculas é lenta toda a estrutura interna original permanece, só que agora num organismo “petrificado”. A presença destas madeiras

servem de diagnóstico para uma reconstituição paleoclimática e paleoecológica no passado correspondente da região (Período Cretáceo).

67

Prof. Bizzo - É mesmo?

Luciana - Também tinha um homem aí, um conhecido dela, que encontrou um peixe bem grandão, que tinha tipo um pedaço de espada dentro, tipo furado com a espada, aquelas coisas que furam assim.

Prof. Bizzo - E ele achou isso aqui perto da mina?

Luciana - Sim, aqui perto da mina.

Prof. Bizzo - E isso também deve ter acontecido na mesma época? Há uns 1000 anos atrás? É. Você acha que devia ter índios aqui, quando esses peixes viraram pedra?

Luciana - Devia ter, não sei.

Prof. Bizzo - Você está fazendo assim com a cabeça dizendo que sim, porque os índios viveram aqui há muito tempo atrás, é isso?

68

Luciana - Viveram, é isso mesmo. [6](#)

Comentário:

[6](#) - A visão da contemporaneidade de índios vivendo com a antiga biota fóssil, reflete a superficialidade do tempo geológico, revelando uma confusão e até desconhecimento temporal, comum há muitas pessoas nos dias de hoje. Acreditando por exemplo que os dinossauros foram contemporâneos aos humanos por exemplo.

Prof. Bizzo - E você acha que isso aqui que a gente está vendo, é o peixe mesmo, é o osso dele, é a escama dele mesmo ou é pedra?

Luciana - É pedra.

Prof. Bizzo - Você acha que tem o esqueleto dele aqui dentro?

Luciana - Tem, o formato de pedra.

Prof. Bizzo - Tem o esqueleto em formato de pedra, quer dizer, tem o formato do esqueleto, mas é em pedra?

Luciana - É em pedra.

69

Prof. Bizzo - É em pedra, então se eu botar isso aqui na panela para esquentar, ele não vai amolecer?

Luciana - Não vai.

Prof. Bizzo - Isso aqui é pedra mesmo?

Luciana - É.

Prof. Bizzo - E você não se pergunta, como que isso daqui virou pedra? Não se pergunta? Como é possível? Você acha que ainda está virando?

Luciana - Não sei.

Prof. Bizzo - Deve ter algum lugar onde os peixes estão virando pedra?

Luciana - Não. [7](#)

Comentário:

[7](#) - Os processos envolvidos durante a fossilização e também na formação de hidrocarbonetos como o petróleo continuam a ocorrer ou serem produzidos atualmente.

70

Prof. Bizzo - Então você acha que choveu e da chuva fez os peixes virarem pedra?

Luciana - Foi.

Prof. Bizzo - Agora, esses peixes aqui, você acha que ainda tem deles, por exemplo, em açude, no rio, no mar, peixes iguais a esses aqui, vivos?

Luciana - Eu acho que não. [8](#)

Prof. Bizzo - Você acha que esse peixe aqui é de um tipo que não existe mais hoje?

Luciana - Eu acho que sim.

Prof. Bizzo - Acha que existe? Então, isso daqui, por exemplo, pode ser uma traíra?

71

Luciana - Pode. [9](#)

Comentário:

8 e 9 – Não pode ser um peixe atual, pode ser uma traíra (atual), nítida contradição.

Prof. Bizzo - Pode ser uma traíra, e aí a gente vai no lago e a gente encontra essa Traíra lá, é isso?

Luciana - É.

Prof. Bizzo - E o que mais? Então esses bichos que a gente encontra, que viraram pedra, pode ser que eles ainda vivam hoje em dia?

Luciana - Pode ser.

Prof. Bizzo - E você já ouviu falar de algum que não existe mais, hoje em dia, que apareceu numa pedra?

Luciana - Não, não vejo falar não.....

Comentário final: Luciana não tem uma compreensão concreta e quantificada a respeito do tempo geológico, e sua percepção remete a uma concepção contraditória ao afirmar da presença de índios junto aos organismos que sofrera fossilização.

4.7. Entrevista 6 - Elaim

Idade 10 anos

Série escolar ?

Prof. Bizzo - Como que vocês chamam essas pedras aqui?

Elaim - A gente chama pedra de peixe.

Prof. Bizzo - Pedra de peixe. E eu estou interessado em saber o que vocês ficam falando, o que vocês ficam pensando, o que vocês acham que essas pedras de peixe são?

Elaim - Como é que isso aconteceu.

80

Prof. Bizzo - Vocês já se perguntou como é que essas pedras viraram peixes?

Elaim - Já.

Prof. Bizzo - E o que você acha?

Elaim - Interessante.

Prof. Bizzo - E o que você pensou sobre essas coisas?

Elaim - Pensei várias coisas.

Prof. Bizzo - Então, eu quero que você me fale um pouco, eu quero entender, eu quero saber mais ou menos o que você pensou, porque eu trabalho num lugar aonde quem estuda vai ser professor e eles querem saber o que os futuros alunos pensam, é por isso que eu quero te perguntar essas coisas.

81

Elaim - Eu penso assim, que isso tem muito valor, eu acho que tem muito valor, porque foi no tempo do dilúvio. [1](#)

Comentário:

[1](#) - O interessante nesta observação a respeito do Dilúvio é poder interpretar o material fossilífero próximo como resquício ou produto desse catastrófico evento, remetendo a concepção bíblica Cristã. Exatamente como figurava em pleno século XIX quando *Charles Darwin* se deparava com inúmeros conflitos quando elaborava sua teoria sobre seleção natural, sobre a sombra da Igreja Anglicana da Inglaterra. Nos tópicos [1](#), [2](#), [3](#) e [4](#) comentados por Elaim é possível reportar-se com mais profundidade as várias discussões fervorosas entre *Charles Darwin* e o *Capitão Robert Fitzroy*, travavadas ao longo da viagem no *H.M.S. Beagle*. Envolvendo questões sobre o dilúvio bíblico universal, a escravidão e a ocorrência de fósseis no alto da Cordilheira dos Andes (DARWIN, 1995), BROWNE (1995) e BIZZO (2002b).

Prof. Bizzo - Como assim no tempo do dilúvio?

Elaim - Que Noé construiu a arca, que ele estava dentro e que ele soltava a pombinha para saber se já tinha secado, um dia a pombinha trouxe a folha e no outro dia trouxe a terra, aí ele arrumou 2 casais, de cada animal, um macho e uma fêmea, e botou dentro da arca. [2](#)

Prof. Bizzo - Entendi, e aí você acha que nessa época é que se formavam essas pedras?

Elaim - É.

Prof. Bizzo - É mesmo? E como é que virou pedra?

82

Elaim - Diz que foi por muita água. 3

Prof. Bizzo - Muita água? E por que só virou pedra de peixe, por que não virou pedra de outros bichos?

Elaim - Porque disseram que os peixes entraram para dentro das pedras e nunca mais saíram. 4

Prof. Bizzo - Então as pedras já estavam formadas ali.

Elaim - Já, eles só fizeram entrar para dentro. 5

Comentário:

5 - Note-se o modelo dogmático, de mesmo tipo que o “dilúvio”.
--

Prof. Bizzo - Entendi, e aqui nesse lugar onde você encontra essas pedras,, aqui tinha esse monte de água?

Elaim - Tinha.

84

Prof. Bizzo - Agora não tem mais esse monte de água?

Elaim - Não.

Prof. Bizzo - Por que não tem mais esse monte de água?

Elaim - Tudo secou.

Prof. Bizzo - Secou tudo aqui, é? E aí acabou esse mar, essa água, acabou tudo?

Elaim - Só ficou as pedras

Prof. Bizzo - Só ficaram as pedras, agora por que só tem peixe? Por que só os peixes foram para dentro das pedras?

85

Elaim - Aí eu não sei.

Prof. Bizzo - E como é que faz para entrar dentro da pedra?

Elaim - É misterioso. 6

Comentário:

6 - Confirma-se aqui o dito na nota anterior.

Prof. Bizzo - Isso é misterioso, isso é difícil saber, e você acha que quando eles entraram, eles morreram?

Elaim - Foi.

Prof. Bizzo - Então, eles não deviam ser muito espertos não.

Elaim - É, entrar e não sair.

Prof. Bizzo - Entrar e não sair e um já via o outro entrando, e tem muito por aqui?

86

Elaim - Tem.

Prof. Bizzo - Tem muito, agora isso aqui que a gente vê aqui, isso aqui é o peixe mesmo? É a escama dele?

Elaim - É a escama.

Prof. Bizzo - Isso aqui que a gente está vendo, tem ossinho dentro dele?

Elaim - Tem.

Comentário:

7 - Existem componentes realistas nesses relatos.

Prof. Bizzo - E se a gente cozinhar isso daqui, dá para comer?

Elaim - Não, não dá não.

87

Prof. Bizzo - Mas então não é a carne, a carne não tem.

Elaim - Não, só é pedra.

Prof. Bizzo - Só é pedra, mas tem o osso aqui dentro? Tem o osso?

Elaim - Tem, tem o formato do osso.

Prof. Bizzo - Tem o formato do osso e tudo, agora a carne, ele é gordinho assim, mas não tem carne?

Elaim - Tem não, é só a pedra, a carne virou pedra. 8

Comentário:

8 – Constata-se um processo de transformação em fóssil num intervalo de tempo breve, ao contrário dos milhares de anos decorrentes.

Prof. Bizzo - Então é todinho de pedra?

Elaim - É todinho.

88

Prof. Bizzo - E isso porque você já viu bem isso daí?

Elaim - Já, eu e ele catamos muito.

Prof. Bizzo - Ah, é? Aonde que vocês vão catar?

Elaim - Nós cata bem acolá da lagoa.

Prof. Bizzo - Lá perto da lagoa tem bastante.

Elaim - Tem, O pai dele cata na mina.

Prof. Bizzo - E na mina também tem. E não aparece outro bicho? Lagarto?

Elaim - Não.

Prof. Bizzo - Cachorro, gato?

89

Elaim - Não. Só peixe.

Prof. Bizzo - Só peixe, as pedras de peixe, como você sabe para saber se uma pedra é pedra de peixe ou não? Dá para saber?

Elaim - A gente conhece pelo formato. 9

Comentário:

9 - Nota-se o conhecimento empírico da entrevistada.

Prof. Bizzo - Pelo formato, olhando, como é que é a pedra assim?

Elaim - É uma pedra redonda assim, ela é mais quadrada, ela tem as duas pontas redondas e o meio quadrado assim.

Prof. Bizzo - Já entendi, então pegando assim na mão, você mais ou menos já sabe se é pedra de peixe ou não, olhando assim já é fácil?

90

Elaim - É fácil.

Prof. Bizzo - E são todas mais ou menos do mesmo tamanho?

Elaim - Não, tem umas pequenininhas, eu olhei lá e achei uma desse tamanho assim.

Prof. Bizzo - E abriu ela, tinha peixe?

Elaim - Já estava aberto.

Prof. Bizzo - Já estava aberta, tem umas que abrem sozinha?

Elaim - É, elas vão rachando e abrem direitinho.

Prof. Bizzo - E abre direitinho onde tem o peixe?

91

Elaim - É, elas racham.

Comentário:

10 – Novamente nota-se o conhecimento empírico da entrevistada.

Prof. Bizzo - E tem pedra grande com peixe pequeno dentro?

Elaim - Tem, nós achamos uma que tinha uns peixes partidos, as escamas do peixe eram umas pedrinhas bem brilhosinhas.

Prof. Bizzo - É, esse daqui também é meio brilhosinho, por dentro, é bem brilhosinho esse daqui também, muito bom, mas esse brilhosinho, o que que é?

Elaim - A gente acha que é a escama do peixe que virou.

Prof. Bizzo - O brilhosinho é escama?

Elaim - Por dentro.

92

Prof. Bizzo - Por dentro, mas é pedra, não é escama?

Elaim - É pedra.

Prof. Bizzo - E você acha que esses peixes que a gente pega assim, que nem esse aqui que a gente está pegando, esse daqui, ainda tem deles por aí nas lagoas?

Elaim - Tem.

Prof. Bizzo - É desse peixe assim, igualzinho?

Elaim - É igualzinho.

Prof. Bizzo - Como que chama esse peixe quando está na lagoa?

Elaim - Tem gente que chama curuman.

93

Prof. Bizzo - Entendi, e você acha que as curumans ainda estão entrando nas pedras?

Elaim - Acho que não.

Prof. Bizzo - Elas só entraram naquela vez lá?

Elaim - No tempo do dilúvio [11](#)

Comentário:

11 – É categórica a relação do dilúvio com os fósseis presentes na região

Prof. Bizzo - No tempo do dilúvio, e quando que aconteceu o dilúvio? Quantos anos faz? Quanto tempo faz? Faz muito tempo atrás?

Elaim - Faz muito tempo atrás.

Prof. Bizzo - Mas é na época daquele dilúvio, já tinha gente morando?

Elaim - Já.

94

Prof. Bizzo - O Noé já morava já moravam as pessoas aí, muito bom, e vocês são de alguma religião? Você vai na igreja, vai no culto?

Elaim - A gente estuda catecismo.

Prof. Bizzo - Você está estudando catecismo?

Elaim - Nós chegamos, nós todas lá de cima.

Prof. Bizzo - Vocês estavam fazendo catecismo hoje. Quando que vocês fazem a 1ª Comunhão?

Elaim - No outro ano, quem tem a idade já faz, com 11 anos já faz.

Prof. Bizzo - Entendi, e aonde que você está fazendo catecismo?

95

Elaim - Ali na casa de uma amiga, é uma professora que está ensinando.

Prof. Bizzo - E vocês falam sobre o dilúvio no catecismo?

Elaim - A gente fala um bocado.

Prof. Bizzo - Um bocado, é? E falam sobre pedra de peixe também ou não?

Elaim - Fala.

Prof. Bizzo - Fala também? O que vocês falam de pedra de peixe no catecismo?

Elaim - Ela já falou uma vez que esse dilúvio demorou 3 dias, que foi por causa que teve uma enchente com muita água e os peixes começaram a entrar dentro das pedras e não conseguiram mais sair. 12

Comentário:

12 – Como é possível estipular prazos (curtos) para explicar a formação de um ambiente de grandes dimensões, com exploração comercial de mineração, tão visitado por pesquisadores e com escolas próximas cujas informações são repassadas pelos professores.

96

Prof. Bizzo - É? Então isso foi a professora de catecismo que ensinou e aí você acha que essas pedras aqui, elas mostram que o dilúvio aconteceu mesmo?

Elaim - Mostra. Quem não acredita é só olhar as pedras. 13

Comentário:

13 - Note-se como o proselitismo religioso se aproveita de certo tipo de evidência em busca de comprovação.

Prof. Bizzo - É mesmo? Só de olhar as pedras a gente já vê que o dilúvio aconteceu por aqui?

Elaim - É.

Prof. Bizzo - Então você acha que essas pedras existem em todos os lugares?

Elaim - Acho que sim.

Comentário final: Elaim revelou uma forte influência associada a parâmetros religiosos e que toma a natureza como referência de fatos moldados às questões bíblicas. Neste ponto a escola aparentemente não exerceu (convenceu) influência maior contra os dogmas religiosos, e a interpretação quanto ao tempo decorrido dos eventos na região como as fossilizações são praticamente instantâneas e geologicamente recentes.

4.8. Entrevista 7 - Vandeilson

Idade 9 anos

Série escolar – 1^a

Prof. Bizzo - e você conhece essas pedras aqui? Já viu?

Vandeilson - Conheço das outras, dessas daí não conheço não.

Prof. Bizzo - Essa não conhece?

Vandeilson - Eu conheço umas que tem uns peixes dentro mesmo.

101

Prof. Bizzo - É? E isso aqui não é peixe?

Vandeilson - É.

Prof. Bizzo - Então, mas é parecido, eu vou pegar lá a outra pedra, que acho que você conhece, tá bom? Essa daqui você conhece?

Vandeilson - Conheço.

Prof. Bizzo - Como é que você sabe que essa daqui é uma pedra de peixe?

Vandeilson - Porque tem o peixe dentro.

Prof. Bizzo - Esse daqui dá para ver que é um peixe.

- Diga uma coisa, tem muita dessa pedra por aí?

Vandeilson - Tem não, é muito difícil de achar, de vez em quando acha ali em Expedito.

102

Prof. Bizzo - Onde é que fica Expedito?

Vandeilson - Ali. Em baixo, ali perto da minha casa, ali tem umas, em Expedito.

Prof. Bizzo - Quem é o Expedito?

Vandeilson - O que mora na frente da casa dele.

Prof. Bizzo - Ali na frente da sua casa. E me diz uma coisa, esses peixes aqui, como é que eles foram parar dentro das pedras?

Vandeilson - Sei lá.

Prof. Bizzo - Mas você conversa com os seus amigos sobre essas pedras?

Vandeilson - Converso não.

103

Prof. Bizzo - Mas você já viu bastante delas?

Vandeilson - Vi.

Prof. Bizzo - E você acha que esses peixes viraram pedra há muito tempo atrás ou há pouco tempo atrás?

Vandeilson - Muito tempo. [1](#)

Comentário:

[1](#) - O conceito de muito tempo é subjetivo, pois deixa muita imprecisão, e aparentemente Vandeilson não conhece a idade dos terrenos locais.

Prof. Bizzo - E você acha que esses peixes são peixes que ainda tem nas lagoas de hoje em dia?

Vandeilson - É não. 2

Comentário:

No item 2 menciona-se que as espécies de peixes fósseis são completamente diferentes e temporalmente distintas das espécies de peixes atuais.

Prof. Bizzo - São peixes diferentes?

Vandeilson - São.

Prof. Bizzo - E me diga uma coisa, aonde essas pedras aparecem não tem mais água, não tem mais rio.

104

Vandeilson - Tem não.

Prof. Bizzo - O que aconteceu? Como esses peixes foram parar lá?

Vandeilson - Eu não sei não.

Comentário final: Vandeilson não tem uma noção quantificada sobre a profundidade do tempo geológico, mas ele tem consciência de que os eventos transcorreram há muito tempo atrás.

4.9. Relação dos entrevistados, faixa etária, série escolar, transcrições parciais e comentários com jovens moradores do jazigo fossilífero do Município de Mata (Formação Santa Maria), Rio Grande do Sul, Brasil:

Entrevista 1 – Renan – Idade 8 anos

Entrevista 2 - Riciani – Idade 10 anos

Entrevista 3 - Eliana – Idade 12 anos

Entrevista 4 - Andressa – Idade 11 anos

Entrevista 5 - Miguel – Idade 9anos

Entrevista 6 - Ketlein – Idade 9 anos

Entrevista 7 – Graziani – Idade 9 anos

Entrevista 8 - Bruna – Idade 11 anos

Entrevista 9 - Renata – Idade 11 anos

4.10. Entrevista 1 - Renan

Idade 8 anos

Série escolar – 3ª ?

Nelio - Vocês fizeram um texto? Então foi a professora na 2ª série, que propôs uma pesquisa para vocês?

Renan - É, daí, cada um fez o seu texto, depois saiu o resultado, muitos textos bons sobre as pedras.

Nelio - Muito bem, e você fez uma pesquisa, você conversou com os seus pais, conversou com o teu irmão, você falou que tinha um irmão mais velho, é isso?

Renan - Não, até eu não precisei, as professoras já falavam no colégio, elas falam bastante, até a professora Hermínia, que ela é a minha tia.

Nelio - É a sua tia?

Renan - É, ela fala bastante, explica, ela é organizadora, conselheira do colégio, ela fala bastante que tem que melhorar, o que falta.

[.....]

Nelio - É mesmo? Então vem bastante gente procurar? Muito bem. Então, você está me dizendo que na escola vocês estudaram bastante isso, e foi só na 2ª série ou nas outras séries também?

Renan - Nas outras séries também.

Nelio - Também? E vocês estudam as pedras, olham as pedras aqui na escola?

Renan - Não, até faz tempo, mas nós ocupamos as pedras, até no pátio tem umas soltas ali, num trabalho de Educação artística tinha que ir virando assim os 4 lados e desenhar, agora tem bastante fungos. ¹

Comentário:

Em ¹ é perceptível que os alunos da segunda série tem um bom conhecimento sobre conceitos básicos de botânica ao se referirem à presença de fungos (*Fungi*), organismos uni ou pluricelulares que absorve nutrientes (BURNIE, 1997).

Nelio - Elas têm fungos?

Renan - Sim, até tem umas que têm bastante.

Nelio - Agora, se você pegar essas pedras e botar no fogo, elas pegam fogo ou não?

Renan - Não.

Nelio - Não, então elas são pedras mesmo?

Renan - Mas tem umas que batem, aquelas que são chamadas de pedras de fogo, bate uma ou esfrega uma na outra, começa a sair as faíscas e prende fogo daí. [2](#)

Comentário:

[2](#) – Nota-se o conhecimento empírico por parte do entrevistado.

Nelio - É mesmo? Mas são fósseis de árvores ou são outro tipo de pedra?

Renan - Não, não são fósseis, aquelas são pedras.

Nelio - São outro tipo de pedra.

Renan - É da mesma cor da do calçamento.

Nelio - Sei.

Renan - É da mesma cor daquelas, só que aquelas não adianta bater que não sai fogo.

Nelio - Entendi, é do mesmo tipo de pedra.

Renan - Da mesma cor.

Nelio - E isso também é daqui da região de Sta. Maria?

Renan - Bom, até que tem, acho que tem em Sta. Maria, por aí, é do tempo dos índios ainda, o modo de fazer fogo, ou aquele de esfregar a vareta no chão. [3](#)

Comentário:

No item [3](#) é nítida a confusão onde os antigos índios estão associados diretamente com o tempo geológico profundo, pois a quantificação absoluta do tempo, expressa em milhares de anos, torna abstrata sua compreensão.

Nelio - Esse é um jeito dos índios fazerem? Muito bem. O que mais? Então, Renan, que são plantas parecidas, como você acha que essas plantas se reproduziam? Essas que viravam fósseis? Você acha que elas são diferentes?

Renan - Bom, elas não tinham flores nem frutos. 4

Comentário:

4 - Esta descrição anatômica da planta revela um bom conhecimento prático de botânica (aprendizado na 2ª série do ensino fundamental).

Nelio - Como você sabe que elas não tinham nem flores nem frutos?

Renan - Bom, a gente imagina, pode ser até daquelas que vê na praça, no caso, não dão flores nem frutos.

Nelio - Quais são aquelas que tem na praça?

Renan - Aquelas que tem aqui na Praça do Hortelã, no caso, aquelas não dão flores nem frutos, tem tempo que elas ficam com as folhas murchas, depois secam tudo, fica só os galhos, nessa época até, depois vai brotando, fica tudo verdinho de novo. 5

Comentário:

No item 5 nota-se que Renan demonstra conhecimento dos estágios sazonais das plantas de sua cidade, com um grau de observação sobre as mudanças superficiais fisiológicas e anatômicas.

Nelio - Então você acha que essas árvores que viraram fósseis, elas podem ter sido muito parecidas com essas árvores que tem ali na praça?

Renan - É, podiam ter flores e frutos ou não ter. 6

Comentário:

6 – Renan menciona sobre as características básicas das Angiospermas (BURNIE, 1997) e compara as plantas fósseis com espécies atuais próximas que não apresentam nem flores e nem frutos. Esta observação faz sentido devido o fato de que no Período Triássico (Tabelas 14 a, b e c) as plantas angiospermas não haviam aparecido no registro fóssil.

Nelio - Você não sabe na verdade então, pode ser que tivesse ou não, mas você acha que elas tinham semente?

Renan - Acho que tinham, ou podiam criar elas de muda, acho que elas pegavam um galho, podiam pegar um galho.

Nelio - De muda, mas você acha que tinha pessoas que moravam aqui, que faziam isso naquela época? Antes delas virarem fósseis?

Renan - Sim, eu acho, até os índios. 7

Comentário:

Em 7 Renan demonstra ter um conhecimento escolar prévio sobre os fósseis, mas o referencial tomado por ele é contraditório. Pois o mesmo ao alegar que no passado geológico eram os índios que plantavam as plantas que hoje são encontradas como fósseis, demonstra uma dificuldade de cognição temporal explícita. Contradição provável com as aulas na escola.

Nelio - Eram os índios?

Renan - Os índios cuidavam delas muito bem. 8

Comentário:

8 – Nota-se novamente o mesmo conceito apresentado no comentário anterior.

Nelio - Entendi.

Renan - Porque os índios não iam destruir, às vezes até eles destruíam uma ou duas para fazer a plantação deles.

Nelio - Entendi, então você acha que existiam índios a 200 milhões de anos atrás? Nessa mesma época de Belém?

Renan - Não, não é bem nessa época, é uns anos depois. 9

Comentário:

9 – Apesar da confusão associando os índios aos fósseis percebe-se em Renan uma resistência em admitir que 200 M. a. atrás é uma magnitude de tempo muito grande para a

existências desses mesmos índios. Verifica-se que mesmo ele vivendo num sítio rico em fósseis e dentro de uma cultura paleontológico, somado ao aprendizado escolar sobre o assunto em questão, é nítido uma compreensão cognitiva-temporal um pouco confusa.

Nelio - Uns anos depois, entendi, então os índios deviam fazer mudas e ir espalhando essas mudas por aí para terem bastante, e o que será que aconteceu com os índios no terremoto?

Renan - Bom, acho que não chegou a atingir os índios, até viveram índios aqui na Mata, viveram, só que eu não sei explicar o nome.

Nelio - Tá, mas tinha índios aqui?

Renan - É, até acho que foi visto aqui os Guaranys.

Nelio - Os Guaranis?

Renan - É, eles tiveram, moraram uns tempos aqui, só que antes de nós nascermos.

Nelio - E foi antes ou depois das árvores virarem fósseis?

Renan - Foi antes. [10](#)

Comentário:

No item [10](#) elencado fica claro que esta interpretação temporal é equivocada, pois os índios associados seriam os guaranis, os quais foram extintos por vários conflitos.

Nelio - Foi antes, quer dizer, então antes moravam os índios, e os índios cuidavam das árvores, e depois houve o terremoto que não afetou os índios, e as árvores caíram e viraram fósseis, é isso? E depois os índios foram embora e o que aconteceu com os índios?

Renan - Bom, houve uma guerra, até nós estamos estudando a história, primeiro parece que foram os portugueses com os índios, daí a disputa da terra, se os índios ganhassem, se os índios matassem os portugueses, eles ficavam com as terras dos portugueses, se os portugueses matavam os índios, eles ficavam com as terras dos índios, daí os portugueses ganharam, os índios, tem uns que morreram, mataram e os outros tiveram medo e fugiram.

Nelio - Entendi.

Renan - Até quando naquela época em que o Cabral descobriu o Brasil, também houve uma disputa e os brasileiros estavam junto com os espanhóis e os de Portugal atacaram assim, fizeram uma cerca de humanidade e queriam fazer uma guerra, daí eles escaparam. [11](#)

Comentário:

11 – Nota-se novamente confusão temporal ao associar Cabral aos índios que eram contemporâneos a época da fossilização.

Nelio - Muito bem, então foi por conta da guerra que sumiram os índios, não foi por conta do terremoto?

Renan - Não.

Comentário final: Diante da realidade vivida por Renan em meio aos fósseis e dentro de uma cultura popular, somado ao aprendizado escolar, pontuou-se ao longo da entrevista vários níveis de contradição em relação ao referencial tomado quanto à presença de antigos índios no passado daquela região. Entretanto, os valores comentados de 200 M. a. são tratados com naturalidade, mesmo percebendo-se dificuldades cognitivas de quantificar a magnitude dos eventos pelo entrevistado. As relações que tangenciam o tempo geológico continuam distantes mesmo nesta fértil região de fósseis triássicos.

4.11. Entrevista 2 - Riciani

Idade 8 anos

Série escolar – 4^a

Nelio - Muito bem, então me diga uma coisa, esses bichos que vivem aqui, e essas plantas que nem Guajuvira, Eucalipto, Pitangueira, esses bichos, que nem o tatu, a capivara que você falou que moram por aqui, você acha que eles sempre moraram aqui? Os bichos de muito tempo atrás que moravam aqui, você acha que eram iguais aos bichos que moram hoje aqui?

Riciani - Eu acho que era um pouco diferente, eram mais bravos, mais independentes. 1

Comentário:

1 – “Mais Bravo” - subjetivo conceito de comportamento selvagem para alguns animais. Provavelmente tal comparação ocorra devido à convivência com os animais domésticos

Domésticos mencionado na entrevista (Anexo CD-ROM).

Nelio - Mas você acha que eram do mesmo tipo?

Riciani - Acho que eram.

Nelio - E as plantas, você acha que eram do mesmo tipo das plantas de hoje?

Riciani - Acho que as de antigamente eram mais grandes.

Nelio - Ah é? Não eram iguais as de hoje então?

Riciani - Não.

Nelio - E o que aconteceu com elas? Elas não vivem mais hoje em dia aqui?

Riciani - Acho que não, acho que ... porque era muito tempo atrás que aconteceu isso daí, acho que elas não viveram até hoje. [2](#)

Comentário:

[2](#) - Noção de tempo passado por parte de Riciani, onde ele menciona que as plantas do passado (fósseis) eram maiores do que as de hoje, e a noção de “muito tempo atrás” apesar de não ser quantitativa, dá a entender uma significativa longevidade cognitiva.

Nelio - Por alguma razão elas morreram? E elas morreram e desapareceram?

Riciani - Eu acho que elas foram para se fixar na terra.

Nelio - Elas foram para onde?

Riciani - Para a terra. [3](#)

Comentário:

[3](#) - Quando se diz que as plantas foram se fixar na terra, não na condição de se enraizar no solo, mas no de sofrer soterramento e iniciar os estágios iniciais e raros de fossilização, Riciani demonstra aparentemente conhecimento primário do processo.

Nelio - Então elas morreram e caíram e foram enterradas, é isso? E foram essas que viraram pedra? Me explica, como é que é isso? Como viraram? Por que aqui em Mata, as árvores viram pedras?

Riciani - Não sei.

Riciani - Devem ser umas árvores grandes, tem umas pequenas, porque tem lá perto de casa, um pouco mais para baixo, tem umas grandes e são os pedaços, está faltando algumas, daí aquela lá é grande, deve ser bem pesado e daí deve ser grande, porque é mais grande do que essas, tem umas que são grandes agora, mas as de antigamente acho que eram maiores.

Nelio - Maiores, e por que elas viraram pedra? Você tem idéia de como aconteceu isso? Como pode acontecer uma coisa dessas?

Riciani - Não sei, acho que é com o passar do tempo que causou, se quebrou, apodrecendo, elas vão morrendo, daí de repente elas ... para se transformar, não sei. [4](#)

Comentário:

No item [4](#) a afirmação da fossilização das plantas em contraste com a não fossilização dos animais demonstra falta de conhecimento prévio, pois o museu da cidade exibe uma coleção de fósseis também com animais coletados nos sedimentos da região.

Nelio - E os animais, acontece a mesma coisa com os animais? Eles também viram pedras?

Riciani - Não, só as madeiras.

Nelio - Por que será que só as madeiras viram pedra?

Riciani - Aí é uma dúvida que eu também não sei também.

Nelio - Mas isso é uma coisa que você quer saber? Que você fica pensando nisso? Como será que aconteceu?

Riciani - É.

Nelio - Se você pegar essas pedras, aqui na escola tem bastante, não tem, se você pegar essas pedras e botar no fogo, elas pegam fogo ou não?

Riciani - Acho que não.

Nelio - Você já tentou?

Riciani - Não, nunca tentei, mas acho que elas são bem firmes, não são frágeis [5](#).

Comentário:

5 – Nota-se o conhecimento empírico por parte de Riciani

Nelio - E há quanto tempo será que elas viraram pedra?

Riciani - Isso aí há uns 200 milhões de anos. 6

Comentário:

Em 6 afirma-se a formação dos fósseis em 200 milhões de anos, idade geológica que pontua o Período Triássico. Este valor temporal é de conhecimento popular e mencionado nas escolas da região, principalmente após o interesse do Padre Gabriel pelos fósseis.

Nelio - 200 milhões de anos. Todo mundo sabe direitinho esse número, né? Você ouviu isso de alguém, alguém contou para você.

Riciani - É que o meu pai, ele é, quem descobriu isso daí mesmo, foi o padre Daniel, aí o meu pai já trabalhou com ele também.

Nelio - É mesmo? O Padre Daniel que descobriu essas coisas?

[.....]

Riciani - Aquelas calçadas, tinha bastante calçadas com degrau e o meu pai ajudou ele a construir também.

Nelio - Então foi o Padre Daniel que fez isso, e há quanto tempo será que essas árvores viraram pedras? Será que elas viraram pedra em pé ou deitaram?

Riciani - Acho que deitaram.

Nelio - Caíram, e como elas caíram, alguém derrubou elas?

Riciani - Não, isso aí acho que quando elas apodreceram, elas morreram e caíram, pode ter dado um terremoto, alguma coisa assim, que deu assim, que tapou, tapou assim, uma coisa assim, sabe? Daí as árvores caíram, os animais morreram. 7

Comentário:

Em 7 percebe-se a citação de um evento físico sobre como terremoto gerando o fator causa-efeito. Informação tectônica provavelmente difundida nas escolas e na comunidade como um todo devido as visitas e publicações de vários pesquisadores.

Nelio - Os animais morreram também?

Riciani - Morreram.

Nelio - Mas eles não viraram pedra?

Riciani - Não. Eles não, assim, se cavocar em alguns lugares, não em todos os lugares, mas assim, em alguns, eles podem, vocês podem, assim, as pessoas podem achar essas pedras, porque elas são tapadas, elas estão no sub solo.

Nelio - No sub solo, você vai encontrando isso?

Riciani - Se cavocar vão encontrar.

Nelio - Muito bem, e nessa época que elas viraram pedra, você acha que já existiam índios, existiam pessoas morando aqui?

Riciani - Acho que não.

Nelio - Então aconteceu há muito tempo atrás isso?

Riciani - Muito tempo atrás.

Nelio - E não existiam pessoas, os índios, você acha que não moravam por aqui?

Riciani - Acho que não, não sei, acho que não.

Nelio - Por que você acha que não?

Riciani - Porque foi há 200 anos atrás e eu acho que não foi assim. 8

Comentário:

8 - Observa-se contradição segundo Riciani ao atribuir 200 anos em contradição aos 200 milhões de anos confirmados pela ciência, e anteriormente mencionado por ele para os fósseis e sedimentos da região..

Nelio - Já foi há muito tempo atrás, tá, e muito tempo, quer dizer que não havia pessoas. E você acha que os índios viram essas pedras? 9

Comentário:

9 – Concepção confusa em afirmar a descoberta do Brasil por índios, que naturalmente já habitavam o Brasil. Tais conceitos devem ser melhor abordados na escola.

Riciani - Pode ser que sim, né, porque eles descobriram o Brasil aqui, daí de repente, só que eles não sabiam para que servia.

Nelio - Será que eles pensaram que eram pedras mesmo, que eram árvores mesmo?

Riciani - Acho que não.

[.....]

Nelio - É bem dura mesmo, então você acha que não foi o homem que fez, mas a 1ª vez que você viu essas pedras, o que você achou que era?

Riciani - Achei que era só pedra.

Nelio - Só pedra, não ia imaginar ...?

Riciani - Eu não ia imaginar isso, é que desde que eu nasci fiquei sabendo, porque eu sempre morei aqui, dentro do lugar, e vi essa cidade, a cidade que era de madeira e virou pedra, então já fiquei sabendo.

Nelio - Você já imaginava que era madeira que tinha virado pedra?

Riciani - É porque todo mundo fala, o meu pai, trabalha com isso, como é o caso em casa, fiquei sabendo. 10

Comentário:

10 – É notório como o conhecimento é passado dentro da comunidade, independente até da escola.

Nelio - Muito bem, você acha que isso que aconteceu com essa madeira, não pode acontecer com animais? Coisa assim?

Riciani - Não.

Nelio - Você acha que é só com madeira mesmo, agora no museu aqui, não tem ossos de dinossauro ou coisa assim?

Riciani - Tem.

Nelio - E esses ossos não são pedras? Ou são só ossos?

Riciani - São meio pedras, meio ossos, porque os dinossauros, acho que eles ainda existiam nessa época, porque os dinossauros são bem antigos. [11](#)

Comentário:

[11](#) – Observa-se que Riciani faz uma comparação de intuito empírico ao associar parcialmente o diagnóstico da fossilização, “meio pedras” e “meio ossos”. É evidente que ao analisar o material de um fóssil pela primeira vez, mesmo de um dinossauro, as vezes fica difícil distinguir sua verdadeira composição mineral. Completamente diferente da silicificação das madeiras fósseis.

Nelio - Tá, você acha que existiam dinossauros?

Riciani - Sim.

Nelio - Se existiam dinossauros, os dinossauros então não viraram pedra, mas existem alguns ossos no museu lá, você já viu?

Riciani - Já.

Nelio - E como que será que eles ficaram até hoje?

Riciani - não sei, deve ser porque os ossos deles são fortes, de repente assim, um exemplo, tem duas camadas de osso, uma assim, em cima, vai se quebrando, se moendo, fica só a outra. [12](#)

Comentário:

[12](#) – Riciani relata um processo bastante comum que pode ocorrer com partes de estruturas ósseas fossilizadas, aparentemente é uma interpretação empírica.

Nelio - Só a outra parte mais dura, a parte de dentro. Muito bem. Como será que essas árvores se reproduziam?

Riciani - Não sei.

Nelio - Será que elas tinham sementes?

Riciani - Acho que tinham.

Nelio - E os dinossauros? Como será que eles se reproduziam?

[.....]

Riciani - Perguntar sobre pedras, essas coisas?

Nelio - Se você quiser. O pessoal chama essas pedras de fósseis.

Riciani - Fósseis vegetais. 13

Comentário:

13 – Riciani demonstra um grau de conhecimento devido influência direta da escola.

Nelio - Fósseis vegetais, existem fósseis animais?

Riciani - Acho que não. 14

Comentário:

14 – Nota-se uma contradição por parte de Riciani ao concordar com a presença dos fósseis de animais presentes no museu da cidade, como dinossauros, e posteriormente negar a existência dos mesmos. Com todo empenho dos professores da escola em abordar conceitos de ordem paleontológica e de tempo geológico envolvidos diante da realidade da cidade como relatou Riciani (Anexo CD-ROM), verifica-se dúvidas, contradições e problemas cognitivos de ordem temporal.

Nelio - Muito bem, por que será que são fósseis?

Riciani - Não sei. 15

Comentário:

15 – Novamente ressalta-se contradição depois de vários comentários e afirmações por parte de Riciani sobre fósseis.

Nelio - É um nome estranho, não é? Mas é um nome que só quer dizer isso, né?

Riciani - Acho que é.

Comentário final: Riciani demonstrou ter uma noção de tempo de cunho escolar e popular e percepção quanto à distinção morfológica entre as plantas fósseis e as atuais. Mesmo num consenso entre 200 M. a. é visível problemas de quantificação de ordem cognitiva – temporal.

4.12. Entrevista 3 - Eliana

Idade 12 anos

Série escolar - 6^a

Nelio- Me dá o nome de uma árvore.

Eliana- Seringueira.

Nelio- Seringueira. Tem seringueira aqui na cidade?

Eliana- Tem.

Nelio- Tem é? E me diga uma coisa, como é que essas plantas se reproduzem? Rosa, árvore, seringueira.

Eliana- As árvores com flor.

Nelio- Com flor.

Eliana- Elas se reproduzem pelos ... pólen que são levados pelo vento. 1

Comentário:

1 – Verifica-se notório conhecimento por parte de Eliana em relação ao aprendizado de Ciências na Escola.

Nelio- Ah, tá. E o pólen faz o que?

Eliana- Ele, eu acho que é estigma, ele entra dentro do estigma e forma um tubo polínico até o ovário, e ali se forma o óvulo que é a semente. 2

Comentário:

2 – Novamente confirma-se o comentário anterior.

Nelio- A semente? Muito bem, isso você aprendeu na escola.

Eliana- Isso. Isso aí e ciências eu adoro.

Nelio- Ah, você gosta de ciências? Muito bem, e se você acha que as plantas que vivem hoje em dia, são parecidas com as plantas que viviam no passado?

Eliana- Eu acho que não.

Nelio- Não?

Eliana - Não, porque no passado a terra era bem mais fértil e elas tinham, não precisavam dividir o seu ambiente, muitas coisas que elas precisavam tirar da terra, elas não tinham que dividir com o homem, então elas tinham muito mais tempo para sobreviver e se desenvolviam mais. 3

Comentário:

3 – Evidencia-se uma noção ecológica de Eliana.

Nelio- Ah, entendi, então você acha que o homem é que atrapalhou a exis ...

Eliana- Não que ele atrapalhou.

Nelio- Não, não, mas ele, ele começou a ...

Eliana- Ele contribuiu.

Nelio- Ele contribuiu para que as plantas não se desenvolvessem de uma forma tão grande.

Eliana- É, por causa dos adubos e venenos colocados no solo.

Nelio- Ah, tá. E os animais que viviam no passado?

Eliana- Também são diferentes.

Nelio- Diferentes.

Eliana- Eles eram maiores, tinham assim, também eram mais livres, não existia essa coisa de cativeiro, eles podiam sempre estar junto com os outros, tinham mais facilidade para se reproduzir. 4

Comentário:

4 – Complementando o comentário anterior constata-se que Eliana têm um conceito negativo da interação do Homem com os animais.

Nelio- Ah, é?

Eliana- Porque, até por estarem juntos.

Nelio- E porque eles sumiram?

Eliana- Eu acho, por, ué, algum fenômeno, que aconteceu.

Nelio- Por exemplo, que tipo de fenômeno poderia ter?

Eliana- Ao alto aquecimento da terra. 5

Comentário:

5 – É evidente como alguns conceitos aprendidos na escola podem ser extrapoladas atemporalmente como diagnóstico de efeito e causa.

Nelio- Então alguma coisa que tenha acontecido assim extraordinariamente.

Eliana- Isso.

Nelio- Alguma coisa que, um imprevisto assim, alguma coisa que ninguém esperava, aconteceu, e aí eles morreram, não foi o homem que causou esse fenômeno.

Eliana- Eu acho que não, porque até nem tem como ele destruir tanta coisa.

Nelio- Se ele quisesse.

Eliana- É.

Nelio- E na época que viviam esses grandes animais, esses animais muito diferentes, o homem já existia?

Eliana- Sim, os índios. 6

Comentário:

6 – A noção de longevidade dos eventos se perdem na concepção do entrevistado ao associar os índios com animais da antiga fauna fóssil. Todo aprendizado repassado pela escola quanto ao conceito de tempo profundo ou geológico, se perde devido às dificuldades cognitivas destas associações.

Nélio- Os índios, é ?

Eliana- E porque os índios não sumiram também?

Eliana- Porque eles eram muitos e viviam em determinadas partes, sabe, espalhados, então onde terminava eles mudavam de lugar e continuavam.

Nelio- E assim eles conseguiram fugir dessa, desse fenômeno.

Eliana- Isso.

Nelio- Eles conseguiram escapar desse fenômeno.

Eliana- Nem todos, mas alguns.

Nelio- Ah, sim. E os poucos que escaparam?

Eliana- Se reproduziram.

Nelio- Se reproduziram e recompuseram. Você acha que isso foi antes ou depois da chegada dos portugueses, aqui no Brasil?

Eliana- Antes.

Nelio- Antes? Então há muito tempo atrás.

Eliana- Isso.

Nelio- Muito bem. E essas plantas do passado, esses bichos do passado, eles deixaram algum sinal, é possível, como é que você sabe que eles existiram?

Eliana- Os fósseis. 7

Comentário:

7 – Neste item Eliana cita o termo fóssil com segurança e conhecimento, revelando conhecimento natural sobre elementos do seu cotidiano. Se for comparado com jovens estudantes de outras metrópoles brasileiras é um conceito bem distante, tomado somente pelas raras ilustrações dos livros didáticos em sua maior parte.

Nelio- Os fósseis, né? Me fala um pouco sobre os fósseis. Aqui, a cidade de Mata é famosa por ter fósseis, né?

Eliana- Isso.

Nelio- Me explica os fósseis que você conhece aqui.

Eliana- Ah, tronco de árvores. 8

Comentário:

8 – O conhecimento sobre material fossilífero envolve o cotidiano de uma maneira interativa, o que teoricamente poderia reforçar o conhecimento cognitivo de tempo profundo, o que não ocorre mesmo com o que é ensinado na escola. É segura a afirmação anatômica das plantas fósseis referindo-se aos troncos de árvores petrificados, ou melhor, silicificados como já definido.

Nelio- Os troncos de árvores, tem tronco de árvore aqui por todo o lugar, não é?

Eliana- Tem.

Nelio- É?

Eliana- É o que mais encontra.

Nelio- É o que mais encontra, no calçamento, aqui na escola mesmo.

Eliana- Logo que começaram a construir a cidade, foi emancipada, o que mais tinha era pedra, e até alguma parte delas foi, eu não sei como é que eu vou explicar, foi quebrada para fazer asfalto, porque tinha muita pedra. 9

Comentário:

9 – Elana demonstra conhecimento histórico sobre sua cidade.

Nelio- Ah, sei.

Eliana- Então era um ..., eles começaram a construir, fazer, para deixar, só que lá eles não pensavam que podia ser uma coisa tão importante.

Nelio- Tão importante. E como você acha que eram essas árvores? Que viraram pedra.

Eliana- Eram grandes, porque a gente pode ver que a maioria são troncos bem grossos e cumpridos.

Nelio- Sim. E como será que elas se reproduziam? Você acha que elas tinham flores? Tinham pólen? Faziam um tubo polínico, tinham óvulos. 10

Comentário:

10 – Eliana revela conhecimento básico seguro de botânica, influência natural das aulas de ciências.

Eliana- Sim. Porque eu acho que ...

Nelio- Ela devia ser da mesma forma como as plantas atuais, só que era maior.

Eliana- Maior.

[.....]

Nelio- E nessa época em que viviam essas árvores, você acha que os índios já existiam aqui?

Eliana- Sim.11

Comentário:

11 - Os Índios eram contemporâneos na época em que as árvores da região se fossilizaram

Nelio- É? E os índios viraram pedra também ou não?

Eliana- Não.

Nelio- Não. Porque será? E outros animais viraram pedra?

Eliana- Não.

Nelio- Não, é? Mas no museu da cidade tem fósseis de répteis gigantes e coisas assim, não tem?

Eliana- Sim, mas ...

Nelio- Você já foi no museu?

Eliana- Fui.

Nelio- Bom, né.

Eliana- Só que o homem não, agora animais sim.

Nelio- Ah, o homem não, mas animais sim.

Eliana- Isso.

Nelio- Tá, e me explica porque que os animais sim e o homem não.

Eliana- Porque eu acho que o homem ele teve mais facilidade de locomoção e conseguiu escapar, agora os animais como se preocupavam mais com eles, eles ficaram, então ... [12](#)

Comentário:

[12](#) - Novamente relação temporal de convivência com animais com mais de 200 M. a.

Nelio- Ficaram no lugar onde ...

Eliana- No lugar, eu entendo que aqui como para ser fossilizado houve uma avalanche, foi tudo soterrado essa área. [13](#)

Comentário:

[13](#) – descreve-se a ação de uma avalanche para se explicar o processo da fossilização ou a tafonomia (SIMÕES & HOLZ, 2000).

Nelio- Ah, tá, foi um grande acidente.

Eliana- Isso, foi soterrado e depois com, com a construção foi escavado, encontrado as pedras, então eu acho que os animais também foram soterrados, e como eles caíram eles ficaram, porque a terra guardou eles quase intactos. [14](#)

Comentário:

No item [14](#) a entrevistada descreve de maneira rudimentar, porém coerente o processo de fossilização envolvida.

Nelio- Sei.

Eliana- Depois foi fácil encontrar os ossos deles e coisa.

Nelio- Entendi. E o que que a gente encontra, são os ossos do animal, ou é uma pedra que tem a forma do osso? Você já se perguntou isso?

Eliana- Não.

Nelio- Não, é?

Eliana- Nunca pensei.

Nelio- Nunca pensou nisso? Mas e se você pensar nisso agora, o que que você acha que você tá pegando, quando você pega aquele fóssil?

Eliana- É o osso.

Nelio- É o osso ou é uma pedra que parece osso?

Eliana- O osso.

Nelio- O osso mesmo. E são ossos bem pesados então, né?

Eliana- São.

Nelio- E a madeira, fóssil? A madeira petrificada? É a madeira ou é um fóssil, ou é uma pedra?

Eliana- É uma pedra. 15

Comentário:

15 - Verifica-se contradição do termo pedra em detrimento à fóssil, com alegação a transformação do osso em pedra (substituição por minerais como já definido por FORMAR (1984), CARVALHO & BABINSKI (1985) e CASSAB (2000).

Nelio- É uma pedra. Então é diferente do animal.

Eliana- É.

Nelio- Porque no animal você tá pegando osso, você me disse. E na madeira?

Eliana- Isso. É pedra.

Nelio- Você tá pegando uma pedra, se você botar essa pedra no fogo, ela pega fogo?

Eliana- Não.

Nelio- Não? Porque?

Eliana- Porque ela é pedra.

Comentário final: Eliana demonstrou um nível de interação com a natureza positiva e apresentou um bom substrato escolar quanto ao conhecimento vivido, porém mesmo tendo consciência da antiguidade dos fósseis, ela demonstrou um típico *sensu popular* ao afirmar da presença de índios com organismos que se fossilizaram.

4.13. Entrevista 4 - Andressa

Idade 11 anos

Série escolar – 5^a

Nelio- E os animais que viviam há muito, muito tempo atrás, você acha que eram iguais aos animais que existem hoje?

Andressa- Não. Tem uma, é, são igual, mas antes assim eles eram mais diferentes. [1](#)

Comentário:

[1](#) – Dúvidas por parte de Andressa ao tentar fazer confirmação.

Nelio- É? Então os primeiros animais que existiam há muitos e muitos anos atrás, eles eram muito diferentes dos animais de hoje em dia?

Andressa- Não.

Nelio- Não.

Andressa- Não, muito, muito, não.

[.....]

Nelio- Agora, eu fui no museu da cidade aqui, tem um monte de ...

Andressa- De pedra. [2](#)

Comentário:

[2](#) – A citação primária ao se referir aos fósseis quanto ao seu aspecto

Nelio- Pedras, é.

Andressa- É pedras que, é madeira que virou pedra, porque, o meu tio Sérgio, ele estudou em São Vicente, daí ele disse que houve um terremoto, daí as planta caíram, e daí fizeram, misturou tudo, aí depois do terremoto, há um tempo atrás aí um homem, ele estava capinando, plantando, aí ele estava tirando as pedras, que eram essas pedras, né, e daí eles iam botando fora, porque não sabiam que tinha uma grande beleza nelas, e daí depois ele descobriu que tinha, que aquelas pedras eram madeiras que viraram pedra. 3

Comentário:

3 – É interessante a forma como Andressa relaciona uma série de processos para explicar a fossilização, ou a transformação da madeira (silicificação). Dificilmente um estudante de uma grande metrópole teria tal concepção, pois são “universos” bastante distintos, e os livros didáticos jamais conseguiriam aproximar tais fatos. Entretanto aparenta haver um consenso local de que a mortandade e fossilização das plantas estejam associadas a um grande terremoto. Tal interpretação demonstra a particularidade de conhecimento subjetivo de um evento sísmico no passado, talvez devido a um processo tectônico, definido como o resultado de esforços (geodinâmicos) de natureza interna da Terra que deformam as rochas POPP (1998). Evento praticamente desconhecido e distante do cotidiano das pessoas, mesmo se tratando de um evento de um passado bastante longínquo.

Nelio- Entendi. E como será que elas viraram pedra? É uma pergunta difícil essa, né?

Andressa- É.

Nelio- E você acha que no tempo em que elas viraram pedra, esse terremoto foi há muito tempo atrás?

Andressa- Foi, muito, muito tempo atrás, o meu tio disse, mas ele não me falou o ano. 4

Comentário:

4 - Ano do terremoto?. É nítida a confusão em determinar eventos que levaram milhares de anos para ocorrer como a fossilização e associá-los a processos físicos catastróficos instantâneos como terremotos. Mesmo assim a correlação aos dois eventos é de ordem cognitiva e reforça um processo de causa-efeito.

Nelio- Não falou quando. E você acha que nesse tempo já existiam outras pessoas morando aqui, nessa região? Ou não existia ninguém que morava aqui, que ninguém viu isso.

Andressa- Acho que ninguém viu isso.

Nelio- É?

Andressa- É.

Nelio- Mas você acha que ninguém viu porque não existiam, ou porque os índios, ou as outras pessoas que moravam aqui não estavam aqui, ou não ...

Andressa- Porque os índios estavam aqui, aqui daí era cheio de mata. 5

Comentário:

5 - Associação induzida com os índios na época de vida dos organismos, antes destes virarem fósseis, revelando uma dificuldade natural sobre a concepção de quantificar o tempo profundo, mesmo diante de dos fósseis e do substrato fornecido pela escola.

Nelio- Aqui era mar?

Andressa- Mata.

Nelio- Ah, mata.

Andressa- É.

Nelio- Ah, tá.

Andressa- Era muitas árvores.

Nelio- Muitas árvores, então os índios não viviam aqui.

Andressa- Não. 6

Comentário:

6 a presença de um museu na cidade demonstra a importância dos fósseis no cotidiano das pessoas, porém verifica-se nova contradição temporal, pela presença comum do homem em detrimento aos índios, com o extermínio dos animais.

Nelio- Entendi. E os animais, eu vi também no museu uns animais muito diferentes, que são uns fósseis de animais grandes, você já foi no museu daqui da cidade?

Andressa- Eu já.

Nelio- Já?

Andressa- Já.

Nelio- Você viu os animais grandes?

Andressa- Eu vi.

Nelio- É.

Andressa- Eu vi o tamanduá.

Nelio- Uma tartaruga enorme.

Andressa- É.

Nelio- Não é?

Andressa- É.

Nelio- Então, porque será que esses bichos não existem mais?

Andressa- Porque o homem matou. 7

Comentário:

7 - Os homens mataram os animais semelhantes ao fossilizados no museu da cidade, novamente dificuldades de organização temporal.

Nelio- Ah, é?

Andressa- É.

Nelio- Você acha que eles sumiram, os lagartões enormes. 7a

Andressa- É, porque o homem destruiu eles, matou, por isso que não existe mais a espécie. 7b

Comentário:

7 - a e b – os homens mataram os lagartos fósseis também. Provavelmente referem-se aos fósseis de répteis do Triássico, bastante comuns na região e com pouco mais de 200 M. a., (Classe Reptilia) (POUGH *et al*, 1999) que são vertebrados com escamas ou placas na pele e produzem ovos vedados (BURNIE, 1997).

Nelio- Ah, entendi, então foi o homem que destruiu esses bichos.

Andressa- Foi.

Nelio- Você já ouviu falar dos dinossauros, esses bichos.

Andressa- Eu já.

Nelio- É. E porque será que os dinossauros sumiram? Será também que foi o homem que matou?

Andressa- Ah, não sei, eu acho que não.

Nelio- Não?

Andressa- Eu acho que foi no passar do tempo.

Nelio- Com o passar do tempo.

Andressa- Eu acho que ...

Nelio- Como assim, com o passar do tempo? Você acha que eles foram só morrendo, eles não se reproduziam, ou eles se reproduziam mas eles pararam de se reproduzir, ou aconteceu alguma coisa.

Andressa- Uma parte o homem matou. 8

Comentário:

8 - Nota-se neste ponto uma confusão temporal bastante comum ao associar os homens, provavelmente “pré-históricos”, como contemporâneos aos dinossauros que se extinguiram há pelo menos 65 M. a. atrás.

Nelio- Ah, é?

Andressa- É. Mas aí depois, aí ficava só fêmea, ou só macho, daí não pode mais se reproduzir.

Nelio- Entendi.

Andressa- E por isso foi acabando a espécie.

Nelio- Foi acabando.

Andressa- Foi.

Comentário final: Na visão de Andressa parece que os fósseis se formaram diante de um súbito processo catastrófico de curta duração, contemporâneo aos índios e homens pré-históricos. A noção de tempo também é bastante subjetiva e pouco quantitativa.

4.14. Entrevista 5 - Miguel

Idade 11 anos

Série escolar – 5^a

Nelio - Muito bem, e, quais os animais, as plantas, que você acha que existiam aqui no passado? Você acha que eram plantas iguais, ou plantas diferentes das plantas que existem hoje?

Miguel - Não sei.

Nelio - Não tem idéia. Eu fui no museu da cidade aqui, lá tem um monte de pedras, não é?

Miguel - Tem.

Nelio - E essas pedras, olhando para essas pedras parece que os animais, as plantas que viviam no passado aqui eram meio diferentes dos animais e das plantas que vivem hoje em dia.

Miguel - É, tem lá um tipo de um peixe assim na pedra, é bem esquisito assim, parece ...

Nelio - É, pois é, e você acha que aquele era um animal que vivia aqui?

Miguel - Mas era sim.

Nelio - Ou?

Miguel - Eu acho que era.

Nelio - É? Você acha que ele, andava vivo por aí, o peixe, por exemplo, devia morar aqui num lago, num rio, alguma coisa assim? E as plantas? Essas árvores, essas coisas, você acha que elas eram árvores mesmo, ou, aqui na cidade está cheio dessas pedras, não é?

Miguel - É.

Nelio - E você acha, como que surgiram essas pedras?

Miguel - Falam que é, teve um tipo de um tremor da terra lá e que ... [1](#)

Comentário:

[1](#) - Relação com o terremoto ocorrido, e na forma como está sendo relatado pelo entrevistado remete ao clássico pensamento catastrofista tão dominante nos séculos XVIII e XIX.

Nelio - Que? Derrubou as árvores.

Miguel - É, derrubou as árvores, daí petrificou elas. 2

Comentário:

2 - A petrificação (permineralização) evento único e direto para explicar o fenômeno.

Nelio - E como será que aconteceu isso? E há quanto tempo você acha que aconteceu isso? Muito tempo atrás ou pouco tempo atrás?

Miguel - Bastante tempo atrás.

Nelio - Bastante tempo atrás, é? E você acha que, quem vivia aqui? Você acha que já existiam índios, ou os portugueses, ou ...

Miguel - Acho que não. 3

Comentário:

3 - Noção correta, seres vivos que viveram no passado antes dos índios e portugueses.

Nelio - Não, é?

Miguel - Quer dizer, tinha assim em vida só de plantas.

Nelio - Só de plantas e ...

Miguel - É.

Nelio - Nem animais existiam?

Miguel - Animais eu acho que tinha.

Nelio - É? Que tipo de animal você acha que poderia ter?

Miguel - Tinha, como mostra na televisão, aqueles, não sei, como é que é o, não é dinossauro, é, é.

Nelio - Um dinossauro, é?

Miguel - É, aqueles ...

Nelio - Ah, tá. E porque que esses dinossauros sumiram? Esses animais bem grandes, diferentes. Eles não existem mais hoje em dia.

Miguel - Não.

Nelio - Porque será que não existem?

Miguel - Não sei.

Nelio - Não sabe, é? Você acha que eles sumiram sozinhos ou alguém que matou eles, ou alguma coisa?

Miguel - Eu acho que mataram eles.

Nelio - Mataram, é? Você acha que eles não sumiram sozinhos. E essas plantas que viraram pedras? Você acha que elas ainda existem hoje em dia? São árvores que a gente pode encontrar elas vivas hoje em dia?

Miguel - Acho que não.

Nelio - Não? Elas também sumiram.

Miguel - É.

Nelio - E porque será que elas sumiram? Você acha que foi pela mesma razão dos dinossauros?

Miguel - É.

Nelio - Então você acha que uma parte foi derrubada, ou sei lá.

Miguel - É, derrubada.

Nelio - Derrubada, então já existiam homens. Ou quem derrubava, essas árvores? Eram outros animais ou era o homem?

Miguel - Os animais não comiam, assim, as flores, assim.

Nelio - Talvez, não é? Mas, mas com certeza não seriam, isso não teria provocado a derrubada da árvore, ou a petrificação da árvore, não é isso?

Miguel - É. Eles ...

Nelio - Muito bem, e, a quanto tempo você acha que foi isso?

Miguel - Uns 3 milhões de anos atrás, acho. [4](#)

Comentário:

[4](#) - 3 milhões de anos (Período Plioceno), idade geológica muito recente para justificar os materiais fossilizados datados acima de 200 M. a., ou seja, dentro do Triássico Superior. Fica claro que mesmo com toda base oferecida pela escola diante da realidade vivida na

cidade diante dos fósseis, o tempo geológico não é assimilado cognitivamente, mesmo com uma idade pré-estabelecida e bem conhecida.

Nelio - 3 milhões de anos, é
Miguel - É.

Nelio - Ou seja, há muito tempo atrás.

Miguel - É.

Nelio - E quem eram esses homens que matavam os animais, ou que derrubavam as árvores, ou, eram os índios, os portugueses, ou?

Miguel - Se existia eu acho que era índio. 5

Comentário:

5 – Neste ponto verifica-se contradição em afirmar relação entre índios, animais e árvores fossilizadas .

Nelio - É? Se existia. Talvez não existissem.

Miguel - É.

Nelio - É? Então, talvez, quem matasse esses animais não eram nem os índios. Não dá para saber direito.

Miguel - É.

Nelio - Mas você acha que o mundo era bem diferente daquilo que é hoje em dia?

Miguel - Era.

Nelio - Era bem diferente, é? E você já ouviu falar da história de que o homem descende do macaco?

Miguel - Já.

Nelio - Já? E que que você acha disso?

Miguel - Acho que é verdade sim, porque o macaco é quase uma pessoa, só não pensa igual o homem. 6

Comentário:

6 - Noção de ancestralidade humana (Evolução), entretanto não é claro se esta opinião segue base escolar ou pessoal, mas é interessante na forma como Miguel faz a devida comparação.

Nelio - Ah, entendi, e você acha que o homem ou os macacos viviam nessa época que a madeira petrificou?

Miguel - Acho que existia. 7

Comentário:

7 - Confusão entre eventos cronoestratigráficos distintos, e nova contradição em relação ao convívio humano com a fossilização da antiga floresta.

Comentário final: Miguel não soube quantificar o tempo geológico subestimando o mesmo, e apresenta a mesma concepção dos demais entrevistados ao situar índios convivendo com os organismos ainda vivos antes de se fossilizarem.

5.15. Entrevista 6 - Ketlein

Idade 9 anos

Série escolar – 4^a

Nelio -E os bichos que viviam aqui no passado e que hoje não vivem mais?

Ketlein - Bom, os bichos que viviam aqui, como essa cidade aqui era um mar, era tipo uma floresta assim, daí existia um monte de ursos, aqueles bichos, elefantes, essas coisas, esses bichos da selva assim. 1

Comentário:

1 - ressalta-se a presença de um antigo mar na Era Paleozóica, antes do soerguimento das “Serras” na região. A ocorrência, por exemplo, de fósseis marinhos do Devoniano da Bacia do Paraná, na região de Ponta Grossa, no Estado do Paraná (PETRI & FULFARO, 1983), ilustra como exemplo a citação do evento relatado pelo entrevistado. Entretanto, é perceptível um problema de ordem temporal quanto à presença de animais atuais em

comum com a fauna da região naquele tempo geológico. Verifica-se um desconhecimento evolutivo recente dos animais citados.

Nelio - Que eram bem diferentes dos bichos de hoje em dia? Como é que você sabe que existiam esses bichos bem diferentes?

Ketleim - Bom, por causa que eu lia nos livros que era de antes aqui, eu sempre pego assim, e a minha mãe contava que o meu vô, o meu vô já veio para cá quando era vivo, ele tinha vindo para cá e ele caçava, não caçava, ele pegava e via os bichos assim, ele contava para a mãe quando ele era vivo.

Nelio - E as plantas que existiam nessa época que tinham esses bichos muito diferentes, você acha que eram plantas muito diferentes que as plantas de hoje em dia?

Ketleim - Sim, eu achei que sim. 2

Comentário:

2 - É perceptível distinção entre plantas atuais e fósseis, revelando conhecimento escolar prévio de Ciências.

.

Nelio - Ah é? Como eram essas plantas?

Ketleim - Essas plantas eram assim, tinham umas que se abriam assim, ficavam abertas, abertas assim, ficavam bastante abertas e umas bem grandes, tinha algumas que davam só desse tamanho assim, a minha mãe tem em casa uma que fui eu que dei para ela, eu tinha pegado, ela era um negocinho assim, agora já está desse tamanho assim, e sai nas plantinhas, assim, saia umas florzinhas assim, tipo florzinha.

Nelio - Muito bem, e essas pedras, eu fui no Museu aqui da cidade, você já foi no museu daqui da cidade?

Ketleim - Já fui.

Nelio - Já foi é? E eu vi umas plantas, umas coisas uns bichos bem diferentes, uns bichos bem diferentes dos bichos que existem hoje em dia, você já viu algum lá?

Ketleim - Eu já vi um montão daquelas cobras grandonas, tem até que o meu vizinho, deu um guincho, uma coisa que deixou um guincho de, tipo um dinossauro, mas era pequeno que ele achou.

Nelio - Ah é mesmo? Achou?

Ketleim - Achou de baixo da casa, só que ainda estava em carne, estava em carne, carne não, daí ele levou lá para o museu, depois de um tempo assim, foi virando pedra, daí virou pedra. 3

Comentário:

3 - Fossilização rápida (dias) ?, verifica-se problema de base escolar relativa ao tempo geológico e processos envolvidos. O ambiente, o museu e a escola enfocam os mesmos objetivos de evidência aos fósseis, mas mesmo assim fica difícil para os alunos entenderem tal longevidade.

Nelio - Ah, quando ele achou não tinha virado pedra ainda?

Ketleim - Não.

Nelio - Entendi, ele levou e virou pedra.

Ketleim - Ele levou para lá, depois de algum tempo virou pedra, como essa cidade é a cidade da pedra.

Nelio - Entendi, então aqui nessa cidade um monte de coisa virou pedra também?

Ketleim - Sim, o Sr. chegou a ver aqui naquela praça, aquela pedra bem grande assim?

Nelio - Vi, vi.

Ketleim - Aquilo ali era de uma árvore que tinha, que ela caiu dali a algum tempo assim, foi virando pedra. 4

Comentário:

4 - Noção de fossilização superficial e simplificada, diante da realidade e das informações que a cercam. Ketleim apresenta um consenso de ordem comum, quanto ao tempo de fossilização, acreditando que o processo é relativamente rápido. Não tendo o conhecimento dos milhares de anos envolvidos.

Nelio - E muitas coisas viraram pedra?

Ketleim - Sim.

Nelio - E isso foi há muito tempo atrás ou há algum tempo?

Ketleim - Há muito.

Nelio - Muito tempo atrás, muito, muito tempo atrás, e essas coisas continuam virando pedra hoje em dia?

Ketleim - Acho que sim. 5

Comentário:

5 - Similaridade ao item 3, porém consciente ao tempo.

Nelio - Tem bichos então que existem hoje em dia que a gente pode ver nas pedras, as marcas deles e bichos que não existem mais hoje em dia, que a gente pode ver as marcas deles também?

Ketleim - Lá no museu, como acho que o Sr. viu lá, tem uns dinossauros assim grandes, todo em pedra.

Nelio - E esses dinossauros viviam aqui? Eles tinham, eles habitavam aqui na cidade, e por que eles sumiram? Por que não existem mais esses dinossauros?

Ketleim - Porque o homem era muito malvado e agora essas plantas, essas coisas, essas árvores, esses pássaros, esses animais assim não existem mais por causa que o homem matou eles. 6

Comentário:

6 - Contemporaneidade entre dinossauros, plantas da cidade e o homem; este foi responsável pelas extinções. Nítida confusão de organização cronológica por falta talvez de reforço escolar quanto ao tempo profundo. O homem é também responsabilizado pela extinção dos dinossauros, talvez por sua prática de degradação ambiental, associada com as marcantes extinções recentes e atuais.

Nelio - Entendi, o homem matou eles, e você acha que quando ele matou é que eles viraram pedras ou o homem matou outros que não viraram pedra e esses eram outros?

Ketleim - Acho que quando o homem matou, que daí eles viraram pedra. 7

Comentário:

7 - Fossilização rápida (*post-mortem*). Similar ao item 2.

Nelio - Ah, quando ele matou, eles viraram pedra, e você acha que era o homem como é o homem hoje em dia ou eram os índios, ou um homem diferente dos índios?

Ketleim - Era tipo um homem índio assim, como os índios matavam para poder se cobrirem, para tirar os pelegros para fazer as roupas, as coisas, acho que foram os índios.

Nelio - Os índios mesmo que fizeram, eles matavam os bichos, e deixavam no lugar e eles viravam pedras.

Ketleim - É, nós estamos estudando na 4ª série sobre as plantas, os animais, a poluição.

Nelio - Muito bem, e você acha que essas coisas que acontecem aqui em Mata, dos animais e das plantas virarem pedra, você acha que acontece em outros lugares também?

Ketleim - Eu acho, nas cidades assim pequenas podem até acontecer por causa que nas cidades grandes acho que a única coisa que tem é carro andando para cá e para lá.

Nelio - Mas numa cidade parecida com Mata, você acha que tem também pedras e os animais que morreram no passado viraram pedra, tem dinossauros, pedras com os ossos deles, coisas parecidas com as coisas que tem aqui?

Ketleim - Eu acho que sim.

Nelio - É, agora uma cidade grande é claro que é impossível, você vai ter carro, poluição, moto, ônibus, muito bom, você já ouviu falar daquela teoria de que o homem descende do macaco?

Ketleim - Sim.

Nelio - Já é? Você já ouviu falar, o que você acha disso?

Ketleim - Eu acho que como é que o homem foi um macaco antes? Mas agora, de hoje em dia, como é que a mulher ganha um filho e não é macaco? 8

Comentário:

8 – Ketkeim compara e questiona a ancestralidade humana com um subjetivo e inconsciente princípio do atualismo sem tocar no plano religioso ou enfocando o criacionismo bíblico.

Nelio - Você acha que é difícil então?

Ketleim - É, eu acho que é muito difícil, e além do mais, Deus fez o homem e a aliança.

Nelio - E a aliança, tá, você é de que religião?

Ketleín - Católica.

Nelio - Católica, e você vai na missa aqui na Igreja da Matriz?

Ketleín - Sim.

Nelio - Então me diga, os homens que matavam esses bichos já eram homens que nem os homens de hoje em dia, eram índios, mas eram homens como a gente?

Ketleín - É.

Comentário final: Mesmo diante da base escolar oferecida, a presença do museu com acervo paleontológico e o cotidiano popular diante dos fósseis presentes, Ketleín demonstrou conhecimento não compatível com o conceito paleontológico de fossilização e duração temporal, e também associa antigos organismos extintos, como os dinossauros, convivendo com o homem.

4.16. Entrevista 7 - Graziani

Idade 9 anos

Série escolar – 4^a

Nelio - Agora me diz uma coisa, e as plantas e os animais que viviam aqui em Mata há muito tempo atrás, eles eram diferentes dos animais de hoje em dia?

Graziani - Eram.

Nelio - Eu estive no Museu da cidade e vi que tinham uns bichos muito diferentes aqui, como eram esses bichos?

Graziani - Eram grandes.

Nelio - Bichos grandes.

Graziani - Tinha uns bonitinhos.

Nelio - Bonitinhos, como assim?

Graziani - Não eram igual a esses que a gente tem hoje.

Nelio - Tá, eram bem diferentes, e por que eles não existem mais?

Graziani - Porque eles morreram.

Nelio - E por que eles morreram?

Graziani - Porque eles já estavam velhos demais. [1](#)

Comentário:

[1](#) - atribui-se o fim dos animais devido à idade avançada.

Nelio - Tá, mas e eles não tiveram filhotes? Porque as Bergamotas, por exemplo, as Bergamotas, a Bergamoteira fica velha, mas tem um monte de sementes e aí nascem outras Bergamotas, por isso que as Bergamotas vão desaparecendo, mas e esses bichos grandes, esses bichos diferente do passado? Por que será que eles não deixaram filhotes?

Graziani - Não sei.

Nelio - Mas eles sumiram completamente, ficaram velhos?

Graziani - E morreram.

Nelio - E morreram, sem ter filhotes, por que será que eles não tiveram filhotes?

Graziani - não sei.

Nelio - E as plantas do passado, eram diferentes?

Graziani - Eu acho que não.

Nelio - Não? Você acha que eram iguais às plantas de hoje em dia? As plantas eram iguais, e essas pedras que a gente vê pela cidade inteira? Quer dizer, elas são pedras, que um dia foram madeiras e como é que, então eram árvores vivas, árvores que existiam, e essas árvores eram parecidas com as árvores de hoje em dia?

Graziani - Eram. [2](#)

Comentário:

[2](#) - Semelhança entre espécies de plantas atuais com fósseis.

Nelio - Eram, então elas deviam ter sementes, você acha que elas eram parecidas com o quê? Com Bergamotas ou Pinheiros, com que tipo de árvore?

Graziani - Eu acho que elas eram parecidas com todas.

Nelio - Com todas, de um monte de árvores então, um monte de tipos diferentes, muito bem, e por que elas viraram pedras?

Graziani - Porque elas caíram e ficaram enterradas e o homem descobriu as pedras madeira, que é a nossa maior riqueza. 3

Comentário:

3 - Associação entre enterradas e fossilização.

Nelio - Entendi, estão enterradas, agora, toda madeira que a gente enterra vira pedra?

Graziani - Não.

Nelio - Não? O que precisa acontecer para virar pedra?

Graziani - Não sei, acho que agora nesse tempo, não vira mais. 4

Comentário:

4 - Fossilização, produção de petróleo e carvão continuam a se formarem continuamente atualmente.

Nelio - Não vira mais, tá, mas no passado virava?

Graziani - Virava.

Nelio - E há quanto tempo isso acontecia? Faz muito tempo atrás?

Graziani - Bastante tempo. 5

Comentário:

5 - Menciona-se a longevidade cognitiva do tempo, mas sem uma precisão quantitativa.

Nelio - Muito tempo atrás, e nesse tempo que viravam pedra as plantas, os animais também viravam pedra?

Graziani - Não. 6

Comentário:

6 - Dissociação entre a fossilização de plantas e não fossilização de animais ?.

Nelio - Não? Só as plantas. E quando que os animais passaram a virar pedra? Ou os animais viravam pedra antes e pararam de virar pedra?

Graziani - Não sei.

Nelio - Quem é mais velho? As pedras, o que existe a mais tempo? As pedras e as plantas ou as pedras e os animais?

Graziani - Acho que a pedra das plantas. 7

Comentário:

7 - Fósseis vegetais são mais antigos do que os dos animais ? Cordados ou Invertebrados?.

Nelio - Das plantas? Tá, então as plantas deixaram de virar pedra e os animais viraram pedra, e os animais continuam virando pedra hoje em dia?

Graziani - Não.

Nelio - Não, também só aconteceu naquela época, e naquela época existia o homem já?

Graziani - Existia. 8

Comentário:

8 - Homem contemporâneo aos fósseis.

Nelio - Existia, e como era o homem naquela época?

Graziani - não sei.

Nelio - E você não tem idéia de como era o homem, mas você acha que ele era igual ao índio, igual ao português?

Graziani - Eu acho que era igual ao índio. 9

Comentário:

9 - Semelhança com os índios.

Nelio - Igual ao índio, ou parecido com o índio?

Graziani - parecido com o índio.

Nelio - Então você acha que as plantas daquela época deixaram filhotes, deixaram sementes, deixaram coisas, deixaram? Então as plantas daquela época são iguais às plantas de hoje em dia, muito bem, você já ouviu falar dessa idéia de que o homem descende do macaco? Que o homem evoluiu? Já ouviu falar disso?

Graziani - Já.

Nelio - Quem falou isso?

Graziani - A minha professora.

Nelio - Sua professora é? E o que você acha disso?

Graziani - Acho que deveria ser muito legal.

Nelio - Acha que deveria ...?

Graziani - Ser muito legal.

Nelio - Mas você acredita que aconteceu isso mesmo, que o macaco virou homem?

Graziani - Acredito. [10](#)

Comentário:

[10](#) - Conceito científico aproximado da evolução humana, que é colocado de maneira contraditória a origem equivocada do homem a partir de um símio. Percebe-se o mesmo preconceito que Charles Darwin sofreu na elaboração de sua teoria ao discutir a ancestralidade do Homem.

Nelio - E você acha que isso deve ter acontecido quando? Na época em que as plantas viraram pedras, na época que os animais viravam pedra?

Graziani - Acho que na época dos animais.

Nelio - Muito bom Graziani, agora você que pergunta, você gostou da entrevista?

Graziani - Gostei.

Nelio - Você acha que essas pedras, na época em que as plantas viravam pedra Graziani, você acha que isso acontecia em todos os lugares ou só em Mata?

Graziani - Acho que era só em Mata. [11](#)

Comentário:

[11](#) - Restrição para o evento exclusivamente regional. Quanto aos itens 11 e 12 é notório um desconhecimento natural sobre a paleogeografia, paleozoologia e paleofitogeografia.

Nelio - Tá, então por isso que aqui a riqueza da cidade são essas pedras. E os animais que viravam pedra, você acha que viravam pedra só aqui ou viravam em outros lugares também?

Graziani - Eu acho que os animais eram em outros lugares.

Nelio - Entendi, então as plantas viravam pedra aqui e os animais em outros lugares também, então é por isso que existem pedras de outros animais em vários lugares e é difícil achar pedras de plantas, é isso? [12](#)

Comentário:

[12](#) - Idem ao item 11.

Graziani - É.

Nelio - Muito bem.

Comentário final: Graziani demonstrou uma sutil noção de tempo profundo, porém sem elementos quantitativos, o que poderia ser questionado diante dos fósseis presentes no seu cotidiano. É perceptível a mesma concepção sobre o tempo geológico não compatível com a Ciência, como as vivenciadas pelos alunos de mesma série e faixa etária dos grandes centros urbanos, distantes da realidade da cidade de Mata, e limitados ao conteúdo específico dos livros didáticos.

4.17. Entrevista 8 - Bruna

Idade 11 anos

Série escolar – 6^a

Nelio - e os animais que viviam aqui no passado, há muito tempo atrás, como eram? Eram iguais ou eram diferentes de hoje em dia?

Bruna - Tem umas, aquelas que vivem no mato, não é tão diferente que as velhas, os primeiros animais que eu sei que vieram, eram os dinossauros mesmo, não sei se viviam aqui na Mata.

Nelio - Você não sabe se eles viviam aqui, tá.

Bruna - É, outro animal aqui ...?

Nelio - Você acha então que outros animais que viviam eram diferentes, ou não?

Bruna - Não, digo diferentes, mas é que não vivem mais, não tem.

Nelio - E por quê?

Bruna - Na Mata, moravam os índios, acho que tinha tudo que é animal, anta, mas ...

Nelio - Fala mais alto aqui, pertinho do microfone.

Bruna - Mais alto? Como é que eu vou dizer? Conforme eles começaram a tirar as árvores, para fazerem cidades e tal, acho que os animais foram desaparecendo, assim, foram para o zoológico e coisas assim.

Nelio - Tá, então foi por causa disso que desapareceram esses animais?

Bruna - É, na Mata não tem esse tipo de animais.

Nelio - Mas você acha que já existiram?

Bruna - Já, aqui na Mata acho que já.

Nelio - Já existiram, mas eles desapareceram?

Bruna - Não, só da Mata. [1](#)

Comentário:

1 - Reduto geográfico.
--

Nelio - Só da Mata. Agora dinossauros, essas coisas não existem mais em outros lugares?

[.....]

Nelio - Bom, então aqui mesmo, a gente conhece, tem muitas pedras de árvores não tem? Essa madeira ...?

Bruna - Petrificada. 2

Comentário:

2 - Petrificada (noção comum em Mata).

Nelio - Madeira petrificada, então, essa madeira você acha que eram de árvores que viviam aqui.

Bruna - Eu acho, só não sei como que viraram pedra.

Nelio - Mas elas deviam ser de árvores vivas, não é? Árvores que eram parecidas com as árvores de hoje em dia ou eram diferentes?

Bruna - Acho que eram parecidas.

Nelio - Eram parecidas, elas foram ficando diferentes?

Bruna - É.

Nelio - E por que será que elas desapareceram, ou por que elas foram ficando diferentes? Você acha que as sementes que elas foram produzindo foram diferentes?

Bruna - Eu não faço idéia, porque como é que elas iam virar pedra? O seu tronco? Eu acho que elas, são as queimadas que faziam, ou coisa, deve ter ficado.

Nelio - Você acha que elas petrificaram por causa de queimadas ou coisas assim?

Bruna - É, no rio, alguma coisa assim, eu acho.

Nelio - E isso você acha que foi há muito tempo atrás ou a pouco tempo atrás?

Bruna - Foi há muito tempo atrás. 3

Comentário:

3 - Muito tempo atrás (profundidade de tempo vago), ressalta-se novamente a noção cognitiva de passado, tratado de forma superficial.

Nelio - mas quem fazia as queimadas? Eram seres humanos?

Bruna - Pois é, eu não sei, não faço idéia, porque existia índio. 4

Comentário:

4 - Presença de Índio, relacionados com queimadas e fossilização.

Nelio - Não existia índio?

Bruna - Existiam.

Nelio - Tá, então existiam índios, e você acha que a petrificação dessas pedras tem a ver com?

Bruna - Pois é, eu não sei se existiam aqui, mas eu acho que sim, eu não sei como faziam essas queimadas, não sei se é também através das queimadas, não tenho idéia.

[.....]

Bruna - Muito bem, você já ouviu falar daquela teoria de que o homem descende do macaco?

Nelio - Já ouvi.

Bruna - E o que você acha disso? O que você já ouviu falar disso?

Bruna - Eu acho que não tem nada a ver. Que o homem vinha do macaco, mas eu não sei como ele podia vir do macaco, que é um bicho e Deus criou o homem. 5

Comentário:

5 - Visão criacionista para origem do Homem. Em 5 questiona-se a “origem” do Homem a partir do símio, outra confusão, e coloca-se o Homem como criação divina.

Nelio - E quem você ouviu falar disso?

Bruna - Até, acho que em televisão, no Globo Repórter às vezes falavam que o homem vem do macaco, uma coisa assim.

Nelio - Mas você não acredita nessa teoria?

Bruna - Não, acho que não pode vir do macaco.

Nelio - Tá. E como é que você explica esses bichos e plantas que existiam no passado e que não existem mais hoje em dia, ou pelo fato de serem diferentes, você acha que Deus criou bichos diferentes e depois esses bichos sumiram?

Bruna - Até porque matam bastante, para pegar a pele e couro e assim vai desaparecendo.

Nelio - Entendi, então você acha que os índios ou ...

Bruna - Os índios eu não digo, mas os homens. 6

Comentário:

6 – O Homem é associado às extinções naquele tempo, como paralelo aos processos de extinções recentes na história humana (WARD, 1994).

Nelio - Tá, depois dos índios os portugueses, as pessoas que vieram, você acha que podem ter matado, mas isso incluiria dinossauros e bichos...?

Bruna - Não, dinossauros acho que não.

Nelio - Não? Como será que sumiram os dinossauros?

Bruna - Acho que eram muitos e que não tinha muita comida até. 7

Comentário:

7 - Os dinossauros desaparecem por crise alimentar (São mais recentes que os animais de Mata).

Nelio - Tá, você acha que algum problema assim, do ambiente onde eles moravam? Tá. E aí eles sumiram e não deixaram parentes, não deixaram descendentes?

Bruna - Eu acho, sumiram totalmente.

Nelio - E como eles deixaram pedras, você também não sabe, como pode ter virado pedra?

Bruna - Os animais viram pedra?

Nelio - É, os ossos deles, você acha que os ossos que a gente vê são ossos mesmo ou são pedras?

Bruna - Acho que são ossos mesmo, não são pedras. 8

Comentário:

8 – Apesar da abundância de madeiras petrificadas os animais fósseis não são tão bem conhecidos mesmo com o museu da cidade.

Nelio - Entendi, e a madeira, quando a gente olha para a madeira, aquilo é uma pedra ou é a madeira?

Bruna - As pedras petrificadas, você diz? É uma pedra.

Nelio - Uma pedra, mas se botar no fogo, por exemplo, ela pega fogo ou não?

Bruna - Acho que não.

Nelio - Você nunca tentou?

Bruna - Nunca.

Comentário final: Bruno demonstrou ter uma noção de passado superficial e vago, e estranhamente associa a presença de índios com queimadas, extinção e fossilização. Talvez tais concepções estejam sendo repassadas de maneira confusa na escola.

4.18. Entrevista 9 - Renata

Idade 12 anos

Série escolar – 6^a

Nelio - E essas pedras que a gente vê que eram madeira?

Renata - Bom, todo mundo fala que eram madeiras, eu acredito porque se estão dizendo, quem sou eu para discutir, né?

Nelio - Mas você acha que é difícil acreditar nisso?

Renata - Olha, eu nunca tinha ouvido falar nessa, aqui na Mata mesmo que tem isso.

Nelio - Que tem isso?

Renata - Nunca ouvi falar de outro lugar que tinham pedras que eram madeiras, até aqui na Mata tem o Jardim Padre Botânico.

Nelio - Padre Botânico, é.

Renata - E tem pedras ali bem bonitas, as pedras que tem lá e aqui na Mata todo mundo sabe essa história, que as pedras eram madeiras, nunca soube de outra história aqui não.

Nelio - Então você acha que isso deve ser verdade mesmo?

Renata - É, eu acho, se todo mundo está falando que é.

Nelio - E como será que pode, como é possível uma madeira virar?

Renata - Isso eu não tenho a mínima idéia.

Nelio - Não, né, é difícil entender uma coisa dessas, muito bem, e os animais, os animais você falou que eram diferentes?

Renata - É, porque tem o que falam assim, que tinha dinossauro, não tem nenhum animal que seja parecido com o dinossauro.

Nelio - Hoje em dia, e por que será que esses bichos sumiram?

Renata - Eu não sei, ah, a professora aí, não sei, cada um fala uma coisa, uns dizem que caiu não sei o que lá e destruíram, outro diz que foi ..., sei lá, mas eu só sei ...

Nelio - Me fala direitinho isso, uns dizem que caiu ...?

Renata - Um meteoro. [1](#)

Comentário:

[1](#) - Extinção do limite Cretáceo / Paleogeno. Renata demonstra notório conhecimento sobre o evento astronômico que gerou uma crise ambiental no fim do andar Maastrichthiano, Período Cretáceo, Era Mesozóica, findando o tempo de vida de inúmeras espécies, incluindo principalmente a Subclasse Dinosauria (STANLEY, 1987, 1989 e 1999; WARD, 1994 e WICANDER & MONROE, 1997).

Nelio - Quem é que diz isso?

Renata - Tem um monte de gente que diz isso.

Nelio - E outras pessoas dizem?

Renata - Que eles foram sumindo ao longo do tempo, que não tinha comida, essas coisas.

Nelio - E você, o que você acha?

Renata - Eu acho que eles morreram com o tempo.

Nelio - Com o tempo, por que eles não deixaram filhotes? Esses animais que você falou que você conhece, eles não tem filhotes? Os cavalos?

Renata - Tem, eu acho que foi terminando a comida e eles foram morrendo de fome. [2](#)

Comentário:

2 - Extinções causadas por crises alimentares relacionadas ao evento do impacto.

[.....]

Nelio - Não as que são pedra?

Renata - Não, as que são árvores ainda, e esse negócio de madeira virar pedra, não sei, é meio difícil de acreditar, mas todo mundo acredita, eu tenho que acreditar também. 3

Comentário:

3 - Dúvida quanto à fossilização.

Nelio - Você acha que foi uma coisa meio difícil?

Renata - É, de acontecer, eu nunca tinha ouvido falar assim que árvore de tal lugar virou uma pedra.

Nelio - É complicado, e os animais, esses dinossauros, eles deixaram, eu vi até aqui no museu, tem um monte de coisas aí.

Renata - É, tem os fósseis.

Nelio - Os fósseis, o que são os fósseis? Os fósseis são pedras ou são os ossos?

Renata - Não, eu acho que são os ossos mesmo, não sei, mas eu acho.

Nelio - Não são pedras?

Renata - Não, parecem ossos. 5

Comentário:

5 - Dúvidas relacionadas com material fossilífero (osso / rocha).

Nelio - Agora pelo fato, esses troncos fósseis também parecem troncos, mas eles não são troncos, eles são pedras, será que os fósseis também não podem ser, ao invés de ossos, podem ser pedras?

Renata - É, mas um dinossauro feito de pedra e não de osso? Fica meio estranho. 6

Comentário:

6 - Questionamento do fóssil / rocha em vida. Dinossauro feito de pedra e não de osso ?.

Nelio- Mas e se fossem os ossos que viraram pedra?

Renata - Pode até ser.

Nelio - Não poderia ser?

Renata - Então, antes quando ele estava no animal, é claro que não eram pedras, eram ossos, mas depois que o animal morreu pode ter sido enterrado, você acha que para virar pedra é uma coisa que leva muito tempo?

Renata - Eu creio.

Nelio - Mas você não tem a menor idéia, você me disse, de como isso pode ter acontecido?

Renata - Não tenho a menor idéia mas eu acho que não foi tão rápido assim, eu acho que demorou um bom tempo, porque essas pedras dão em qualquer lugar aqui na Mata, Mata é um lugar cheio com essas pedras assim, eu acho que com o tempo elas vão ficando, ninguém mexe e elas vão virando pedras, as madeiras. 7

Comentário:

7 - Noção de fossilização demanda aparentemente tempo profundo para ocorrer segundo Renata ?.

Nelio - E você acha que se hoje em dia se a gente colocar uma madeira debaixo da terra, você acha que ela vira pedra depois de algum tempo?

Renata - Eu acho que não.

Nelio - Isso só acontecia no passado então?

Renata - Não sei, porque vejo pela casa de gente, casa de madeira, como é que depois vai passando o tempo e a madeira vai se transformando em pedra? Isso não acontece.

Nelio - Senão as casas seriam de pedra, não seriam de madeira?

Renata - As casas seriam de pedra porque a madeira ia se transformando, daí acho que não, acho que é a natureza mesmo, acho que não era como assim agora, enterra e vira pedra.

Nelio - Muito bem, e você acha que isso aconteceu só aqui em Mata ou aconteceu em outros lugares também?

Renata - Acho que em outros lugares também, porque não é possível que em todo esse mundo inteiro é só a Mata que venha produzindo isso, ia ser meio difícil. 8

Comentário:

8 - Amplitude de eventos além de Mata.

Nelio - Mas você acha que é uma coisa comum ou é uma coisa muito difícil de acontecer?

Renata - Eu acho que é muito difícil de acontecer.

Nelio - Ah é difícil?

Renata - Aqui na Mata não sei, porque aqui Nelio - Então estou conversando com Renata ...

Renata - Malgarino Diego.

Nelio - Diego, no dia 26 de agosto, aqui na Escola Estadual de 1º Grau, Florismundo Agnes da Silva, cidade de Mata, então, você já ouviu falar que o homem descende do macaco, já ouviu falar da teoria da evolução?

Renata - Já.

Nelio - O que você pensa disso? O que você já ouviu falar?

Renata - Eu ouço dizer assim que com o tempo o macaco foi se transformando em homem, quer dizer, eu não acredito nisso.

Nelio - Não, por quê?

Renata - Eu acredito mais que a gente foi assim feito por Deus, um professor de história me falou assim, eu não acredito, acredito sim na teoria que a gente foi feito por Deus, mas eu não acredito que tenha a vida de uma pessoa antes de Deus na Terra, isso é uma pergunta que acho que ninguém vai ter uma resposta para ela, de onde a gente veio realmente, do macaco ou criação de Deus, mas eu acredito, claro, né, que todo mundo acha porque a gente é bem parecido com ele de uma certa forma, mas eu não acredito que a gente tenha vindo do macaco, pode ser, algumas semelhanças tem assim, até que eles são espertinhos, e assim, mas eu ainda acredito que a gente foi feito numa criação de Deus. 9

Comentário:

9 - Homem “criado” por Deus. Não acredita na evolução humana.

Nelio - Agora você disse, você falou sobre essas pedras que eram madeira e que você só acredita porque um monte de gente falou para você, que acreditar mesmo, você acha meio difícil de acreditar?

Renata - É que assim, todas as pessoas que vivem há muito tempo já dizem assim: é verdade, as pedras eram madeiras, então essas pessoas eram bem mais ... meu Deus, a professora está fazendo a chamada.

Nelio - É a chamada é? Mas ela não vai botar falta para você, pode ficar tranquila.

Renata - Bom, é que tem tantas pessoas assim que são bem mais velhas, já são mais sábias de um certo modo, e dizem que as pedras eram madeira, daí o que eu vou fazer? Quem sou eu para discutir com essas pessoas, né?

Nelio - E se essas pessoas dizem: o homem descende do macaco?

Renata - Não, daí eu não acredito, isso é uma coisa própria.

<p>Comentário final: Apesar da visão religiosa e criacionista defendida por Renata, do conceito relacionado a catástrofes, e de crises ecológicas ocorridas no passado, ela demonstrou ter uma noção conciente de tempo significativo para ocorrência dos processos, mesmo não sendo quantificada.</p>

Capítulo 5 - A coluna geológica nos livros didáticos de biologia e geografia

Foram selecionadas 16 colunas geológicas distintas, extraídas de Livros Didáticos (LDs) de Biologia do ensino médio e de Geografia do ensino fundamental, sem nenhuma pretensão de ter qualquer critério estatístico, estando estes livros relacionados na Tabela 17 e no anexo 8.1.

Durante as análises das colunas geológicas selecionadas procurou-se constatar se as mesmas apresentavam:

- 1 – escala gráfica de tempo proporcional exibindo nomenclatura cronoestratigráfica cujo início de sua leitura, deve começar a partir da base da coluna em direção ao topo, ou seja, do intervalo de tempo mais antigo para o mais recente segundo a distribuição dos registros fósseis na natureza;
- 2 - erros, confusões conceituais ou associações indevidas de conceitos, ou de informações desatualizadas ou que induzem ao erro;
- 3 - nomenclatura correta;
- 4 - ilustrações incorretas e apresentação gráfica de má qualidade;
- 5 - orientações sobre a forma de abordagem dos assuntos;
- 6 - indicações bibliográficas ao professor(a);
- 7 - boa legibilidade e adequada à idade/série dos alunos
- 8 - uniformidade nos caracteres ;
- 9 - informações adicionais contribuindo para ampliar o entendimento do texto.

Tabela 17. (L.D.s) analisados, com autoria, ano de publicação., público-alvo e editora.

Nº	Nome do Livro	Autores	Ano	Série/Ensino	Editora
L1	Ciências Biológicas	Maurício Marczwski / Eduardo Vélez	1999	3ª / Médio	FTD
L2	Biologia 3	Cezar Silva Jr./ Sezar Sasson	1975	3ª / Médio	Atual
L3	Biologia	Sérgio Linhares Fernando Gewandznajder	2003	3ª / Médio	Ática
L4	Biologia das popul., genética, evolução e ecologia	José Mariano Amabis / Gilberto Rodrigues Martho	1996	3ª / Médio	Moderna
L5	Fundamentos de Biologia	José Luis Soares	1998	3ª / Médio	Scipione
L6	Biologia	José Luis Soares	1992	3ª / Médio	Scipione
L7	Biologia	Demétrio Gowdak / Neide Mattos	1991	3ª / Médio	FTD
L8	Biologia: Ciência da vida	Ayrton César / Domingos A. Lammoglia	1996	3ª / Médio	Atual
L9	Biologia 3	Cezar Silva Jr. / Sezar Sasson	1999	3ª / Médio	Saraiva
L10	Estudo de Biologia	Jeffrey J. W. Baker / Garland E. Allen	1977	3ª / Médio	Edgard Blücher
L11	Fundamentos de Biologia Moderna	José Mariano Amabis / Gilberto Rodrigues Martho	1992	3ª / Médio	Moderna

L12	Geografia 1: o espaço e os homens, o espaço brasileiro	Guiomar G. de Azevedo	1996	5ª Série	Moderna
L13	Geografia Ativa	Zoraide V. Beltrame	1991	5ª Série	Ática
L14	Geografia crítica: O espaço natural e a ação humana	José William Vesentini / Vânia Vlach	1993	5ª Série	Ática
L15	Geografia: Ciência do espaço	Diamantino Alves Correia Pereira	1998	5ª Série	Atual
L16	Geografia: Noções básicas	Melhem Adas	1999	5ª Série	Moderna

Figura 17a. Columna 1a

O tempo geológico

A história do planeta Terra, e conseqüentemente da vida nele existente, é dividida em segmentos que obedecem à ordem dos acontecimentos. O estudo dos fósseis permitiu o estabelecimento de cinco grandes momentos geológicos denominados **eras geológicas**: Arqueozóica, Proterozóica, Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. As eras são divididas em **períodos** e, no caso da era mais recente, os períodos são divididos em **épocas**.

A seguir, é apresentada a história evolutiva da Terra, com a identificação dos principais eventos de cada tempo geológico.

Era	Período	Época	Milhões de anos atrás	Principais eventos
ARQUEOZOICA			de 4 500 a 2 500	<ul style="list-style-type: none"> – Origem do planeta; – primeiros seres procariontes; – cianobactérias fotossintetizadoras; – início da produção de O₂.
PROTEROZOICA			de 2 500 a 590	<ul style="list-style-type: none"> – Estabilização do O₂ como componente atmosférico; – surgimento do continente único (Pangéia); – primeiros eucariontes (protistas e invertebrados).
PALEOZOICA	CAMBRIANO		de 590 a 505	<ul style="list-style-type: none"> – Primeiros invertebrados; – origem de praticamente todos os filos animais: artrópodos (trilobitas), moluscos, poríferos, equinodermos, cnidários e anelídeos; – primeira extinção em massa (no fim do período).
	ORDOVICIANO		de 505 a 438	<ul style="list-style-type: none"> – Diversificação dos filos (principalmente moluscos e equinodermos); – primeiros corais; – primeiros vertebrados: peixes sem mandíbulas (agnatos); – segunda extinção em massa (no fim do período).
	SILURIANO		de 438 a 408	<ul style="list-style-type: none"> – Diversificação dos agnatos; – surgimento dos peixes placodermos com mandíbula; – primeiras evidências de vida terrestre: invertebrados e plantas.
	DEVONIANO		de 408 a 360	<ul style="list-style-type: none"> – Diversificação de corais e trilobitas; – apogeu dos peixes (Idade dos Peixes); – primeiros anfíbios; – grande variedade de plantas vasculares pteridófitas; – primeiras gimnospermas; – terceira extinção em massa (no fim do período).
	CARBONÍFERO		de 360 a 280	<ul style="list-style-type: none"> – Florestas tropicais e subtropicais dominadas por pteridófitas e gimnospermas; – primeiros insetos; – abundância de tubarões; – irradiação de anfíbios; – primeiros répteis.

Figura

17b.

Coluna

Era	Período	Época	Milhões de anos atrás	Principais eventos
PALEO-ZOICA	PERMIANO		de 280 a 248	<ul style="list-style-type: none"> – Expansão dos répteis; – fim dos trilobitas; – florestas de coníferas (gimnospermas); – quarta extinção em massa: 96% das espécies animais extintas (no fim do período).
MESOZOICA	TRIÁSSICO		de 248 a 213	<ul style="list-style-type: none"> – Proliferação de grupos de invertebrados, como corais e bivalves; – predomínio de gimnospermas; – primeiros dinossauros (Idade dos Répteis); – primeiros mamíferos; – extinção de grupos de invertebrados.
	JURÁSSICO		de 213 a 144	<ul style="list-style-type: none"> – Apogeu dos dinossauros; – diversidade e abundância de insetos; – primeiras aves; – início da separação entre os blocos continentais norte e sul.
CENOZOICA	CRETÁCEO		de 144 a 65	<ul style="list-style-type: none"> – Primeiras angiospermas; – primeiros insetos sociais; – diversificação dos dinossauros; – aves modernas; – mamíferos marsupiais e placentários; – separação entre América do Sul e África e origem do oceano Atlântico; – quinta extinção em massa.
	TERCIÁRIO	Paleoceno	de 65 a 54	<ul style="list-style-type: none"> – Extinção dos dinossauros; – mamíferos insetívoros; – primeiros primatas.
		Eoceno	de 54 a 36	<ul style="list-style-type: none"> – Separação entre Austrália e Antártida.
		Oligoceno	de 36 a 22,5	<ul style="list-style-type: none"> – Primeiros primatas antropóides; – separação entre América do Sul e Antártida.
		Mioceno	de 22,5 a 5	<ul style="list-style-type: none"> – Primeiros hominóides; – retrocesso das florestas; – última glaciação antártida.
		Plioceno	de 5 a 1,8	<ul style="list-style-type: none"> – Hominídeos (<i>Ardipithecus</i>, <i>Australopithecus</i> e <i>Homo</i>); – ligação entre América do Sul e América do Norte com a emersão da América Central; – formação dos desertos; – última glaciação ártica.
	QUATERNÁRIO			
		Pleistoceno	de 1,8 a 0,1	<ul style="list-style-type: none"> – Surgimento do <i>Homo sapiens</i>; – surgimento e extinção de mamíferos de grande porte, como mamute, preguiça-gigante e outros.
		Holoceno	de 0,1 ao presente	<ul style="list-style-type: none"> – Domínio do <i>Homo sapiens</i>; – explosão demográfica; – problemas ecológicos.

5.1. Livro L1 - Coluna 1a e 1b

Comentários:

As Colunas ou Tabelas Geológicas 1a e 1b representadas em duas páginas com dimensões aproximadas de 26,0 cm por 19 cm, não obedecem ao padrão de construção determinado pela IUGS (International Union of Geosciences). A escala gráfica de tempo encontra-se desproporcional em relação à coluna oficial (Tabela 2), pois os eons Arqueano e Proterozóico representam cerca de 85% do Tempo Geológico (T.G.) ou 4,0 Bilhões de anos (B. a.), ambos estando diminuídos em termos gráficos em contraste com as eras Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica, que representam juntas não mais do que 542 Milhões de anos (M.a.), ou cerca de 15% do T. G. aproximados.

As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário), os milhares de anos expressos, e os principais eventos geológicos e biológicos decorridos não obedecem à lei da sobreposição. Que por definição devem posicionar-se de acordo com a cronologia do tempo com os eventos mais antigos como os Eons Arqueano e Proterozóico junto a base da coluna, e os demais intervalos de tempo sobrepondo-se a eles numa sequência vertical que se finaliza com a Era Cenozóica no topo.

Na forma como os intervalos numéricos estão expressos, em anos, nas respectivas eras e períodos, torna-se difícil a compreensão por parte dos alunos. Os números enfocam as sequências de eventos que são citados num padrão cronológico-evolutivo, havendo a necessidade de explicações adicionais por parte do professor.

Em relação à nomenclatura esta se encontra correta, porém não são apresentados na coluna os eons Fanerozóico, Arqueano e Proterozóico, estes últimos são classificados ainda como eras (Arqueozóica, por exemplo). E mesmo diante da inversão cronoestratigráfica, os eventos são expressos de forma sutilmente detalhada e não muito poluída graficamente. Nesta situação o autor poderia ilustrar os eventos de forma complementar, enriquecendo a interpretação e o aprendizado em quadro complementar lateral. Como mencionado as duas colunas não apresentam ilustrações que reforçam o aprendizado, porém é apresentado um pequeno texto anexo à coluna 1a, que procura ressaltar a organização das mesmas e

demonstram a importância do estudo dos fósseis para o estabelecimento dos intervalos de tempo da coluna geológica.

O autor não sugere nenhuma referência bibliográfica ao professor como complemento deste tópico, entretanto a coluna exibe boa legibilidade tipográfica, e encontra-se adequada ao ensino médio de Biologia devido aos principais eventos ocorridos principalmente envolvendo os grupos filogenéticos.

Os caracteres tipográficos encontram-se uniformes ou padronizados, o que facilita a sua visualização, e a não ser pelo texto explicativo em anexo junto à coluna 1a, não existem informações adicionais que possibilite ampliar o entendimento do texto, como por exemplo, o histórico da construção da coluna ou detalhamento evolutivo dos grupos orgânicos.

Sendo um livro texto de 1999, a coluna exposta evidentemente exibe nomenclatura cronoestratigráfica desatualizada, que somente após 2004 a IUGS eliminou os períodos Terciário e Quaternário, mantendo os correspondentes Paleógeno e Neógeno de acordo com a coluna geológica moderna. O autor não cita também a fonte bibliográfica de consulta para confecção da coluna geológica apresentada no livro texto L1.

Figura 18. Coluna 2

TEMPO (MILHÕES DE ANOS)	ERAS	PERÍODOS	ÉPOCAS	PRINCIPAIS GRUPOS DE SERES
	C E N O Z Ó I C A	QUATERNÁRIO	RECENTE	} HOMEM
2,5			PLEISTOCENO	
7		TERCIÁRIO	PLIOCENO	AVES E MAMÍFEROS
26			MIOCENO	
38			OLIGOCENO	
54			EOCENO	
65			PALEOCENO	AVES E MAMÍFEROS PRIMITIVOS
135	MESO- ZÓICA	CRETÁCEO	} CARBONÍFERO	ANGIOSPERMAS: GRANDES RÉPTEIS
190		JURÁSSICO		GIMNOSPERMAS, FILICÍNEAS, INSETOS
230		TRIÁSSICO		RÉPTEIS AQUÁTICOS E VOADORES
280	PALEO- ZÓICA	PERMIANO		FILICÍNEAS: PTERIDOSPERMAS, RÉPTEIS
320		PENSILVANIANO		FLORESTAS CARBONÍFERAS
340		MISSISSIPIANO		ESCORPIONÍDEOS, ANFÍBIOS
400		DEVONIANO		ARACNÍDEOS, EQUINODERMOS, PEIXES
430		SILURIANO		LIMULUS, PLACODERMOS
500		ORDOVICIANO		CNIDÁRIOS, MOLUSCOS, EURIPTERÍDEOS
570		CAMBRIANO		ANELÍDEOS, CRUSTÁCEOS, TRILOBITAS
2.000	PROTEROZÓICA		PROTOZOÁRIOS E PORÍFEROS ALGAS AZUIS (ESTROMATÓLITOS)	
	ARQUEOZÓICA			

Tabela — A Cronologia Geológica.

5.2. Livro L2 - Coluna 2

Comentários:

A Coluna geológica nº 2 representada numa única folha exhibe dimensões aproximadas de 17,0 cm por 16,7 cm, seguindo o padrão básico aproximado definido pela IUGS (Tabela 2). Os eons Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico estão graficamente muito reduzidos, exibindo a metade do T. G. (2,0 B.a) (Tabela 4) e a representação gráfica da Era Cenozóica se encontra com amplitude superestimada. Estes contrastes gráficos-temporais não estão errados à medida que o autor justifique o grau de importância atribuído, junto ao texto do livro didático.

As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário), a duração temporal (milhões de anos), encontram-se corretos, obedecendo às seqüências cronoestratigráficas com as eras Arqueozóica e Proterozóica posicionadas a partir da base.

Em relação ao Tempo (Milhões de anos) a forma na qual os números estão organizados, auxilia a compreensão dos intervalos temporais, entretanto é perceptível que os mesmos encontram-se dentro de espaços verticais sem proporção de escala, o que confunde ao mesmo tempo o aluno em relação à duração dos intervalos geocronológicos.

A nomenclatura encontra-se correta dentro dos intervalos gráficos de tempo, apesar da não citação dos eons Fanerozóico e Arqueano e Proterozóico, sendo que estes não são considerados mais eras. A coluna geológica quando apresentada para alunos do ensino fundamental e médio deveria exhibir uma riqueza de detalhes auto-explicativos, mas infelizmente neste caso o autor elenca poucos aparecimentos de grupos biológicos e sem ilustrações complementares, fazendo desta coluna em particular um modelo nada estimulante para se entender e despertar interesses sobre o passado da Terra.

O autor também não forneceu referências bibliográficas para consulta complementar do professor e nem procurou explicar o significado e origem da nomenclatura expressa na coluna, como os nomes das eras e períodos, e nem a fonte de consulta para a construção da mesma.

A coluna em questão é muito sintética do ponto de vista gráfico e as poucas citações devem ser mais bem detalhadas pelo professor.

Os caracteres tipográficos não se encontram tão uniformes e nem centrados nos espaços pertinentes. O autor não apresenta informações adicionais que possibilitem melhor compreensão sobre o assunto em questão.

Sendo um livro texto de 1975, a coluna encontra-se naturalmente desatualizada, sem as mudanças propostas pela IUGS em 1982 e evidentemente as mais recentes a partir de 2004, que substituem os intervalos Terciário e Quaternário.

Figura 19. Coluna 3

Eon	Era	Período	Época	Início (milhões de anos atrás)
Fanerozóico	Cenozóica	Quaternário	Holoceno (atual)	0,01 (10 mil anos)
			Pleistoceno	1,8
		Terciário	Plioceno	5
			Mioceno	23
			Oligoceno	34
			Eoceno	57
			Paleoceno	65
	Mesozóica	Cretáceo		145
		Jurássico		205
		Triássico		245
	Paleozóica	Permiano		290
		Carbonífero		360
		Devoniano		408
		Siluriano		440
		Ordoviciano		505
		Cambriano		540
Proterozóico (ou era Pré-Cambriana)				2 500
Arqueozóico				4 600

5.3. Livro L3 - Coluna 3

Comentários:

A Coluna geológica nº 3 representada numa única folha exhibe dimensões aproximadas de 15,0 cm por 14 cm, assemelhando-se ao padrão básico definido pela IUGS (Tabela 2). Os eons Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico (Pré-Cambriano) (Tabela 4), estão muito reduzidas graficamente, ao contrário da Era Cenozóica que está proporcionalmente muito ampla.

Aparentemente não ocorrem erros ou associações indevidas de conceitos, ou informações desatualizadas que induzem a erro, pois as unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário), a duração temporal (milhões de anos), encontram-se de maneira correta, o Arqueozóico (Arqueano) e Proterozóico encontram-se posicionados a a partir da base.

A nomenclatura adotada está correta quanto aos aspectos cronoestratigráficos, e os números expressos encontram-se organizados, porém não se percebe distinção gráfico-temporal onde os mesmos estão locados. O autor procurou sintetizar em duas linhas a ordem sequencial dos termos geocronológicos no texto junto à coluna, a qual não apresenta a seqüência dos eventos geológicos e biológicos.

Não é apresentada ilustração que possibilite uma melhor compreensão dos limites e intervalos entre os eons, eras, períodos e épocas, e nem orientações sobre a organização dos eventos presentes ao longo do tempo geológico.

A ausência de referências bibliográficas limita o professor a se aprofundar na compreensão da história e construção da coluna geológica. Apesar desta coluna analisada ser simplificada, ela apresenta boa legibilidade quanto aos aspectos tipográficos e uniformidade dos caracteres apresentados, mas que por si só pouco informam sobre o seu significado científico, dificultando o aprendizado do conteúdo para o ensino médio de biologia.

O autor não apresenta informações adicionais que possibilitem um melhor entendimento sobre o tempo geológico. E sendo um livro texto de 2003, a coluna geológica encontra-se desatualizada com as recentes mudanças a partir de 2004.

Figura

20a

.

Coluna

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	MILHÕES DE ANOS ATRÁS	FORMAS DE VIDA	CLIMA E PRINCIPAIS EVENTOS GEOLÓGICOS
CENOZÓICA	Quaternário	Recente	0 — 0,01	Dispersão da espécie humana pelo planeta. Declínio das grandes árvores e aumento das plantas herbáceas.	Clima ameno. Término da última glaciação.
		Pleistoceno	0,01 — 2	Aparecimento da espécie humana. Extinção de muitos mamíferos e aves de grande porte e de muitas plantas.	Clima fluando entre frio e ameno. Ocorrência de quatro glaciações.
	Terciário	Plioceno	2 — 5	Aparecimento dos primeiros hominídeos (primatas semelhantes aos humanos). Expansão dos mamíferos herbívoros e carnívoros de grande porte. Declínio das florestas e formação de campos.	Clima frio. Glaciação no hemisfério norte. Formação do Istmo do Panamá, ligando a América do Norte e a do Sul. Elevação de cadeias de montanhas.
		Mioceno	5 — 25	Continuação da irradiação dos mamíferos e das angiospermas.	Clima frio e seco, com períodos amenos. Glaciações no hemisfério sul.
		Oligoceno	25 — 38	Origem da maioria das ordens modernas de mamíferos de grande porte; aparecimento dos macacos antropóides. Origem de muitas famílias de plantas angiospermas modernas.	Elevação das cordilheiras dos Alpes e do Himalaia. América do Sul separa-se da Antártida.
		Eoceno	38 — 55	Diversificação dos mamíferos; início da "idade dos mamíferos". Expansão das aves modernas e das plantas angiospermas.	Clima fluando entre muito quente e ameno. Austrália separa-se da Antártida. Índia colide com a Ásia.
		Paleoceno	55 — 65	Origem dos primatas e dos mamíferos carnívoros.	Clima fluando entre ameno e frio. Elevação dos continentes e desaparecimento dos mares continentais.
MESOZÓICA	Cretáceo		65 — 144	Extinção dos dinossauros no final do período. Desaparecimento das aves com dentes e aparecimento das primeiras aves modernas. Presença de pequenos mamíferos marsupiais e placentários insetívoros. Aparecimento das plantas angiospermas.	Clima quente e úmido. Continentes baixos com elevação de cadeias de montanhas. África e América do Sul se separaram.
	Jurássico		144 — 213	Apogeu dos dinossauros ("idade dos répteis"). Presença de mamíferos primitivos de pequeno porte. Aparecimento das aves com dentes. Gimnospermas abundantes, especialmente cicas.	Clima ameno. Abaixamento dos continentes, com extensas áreas cobertas pelos oceanos.
	Triássico		213 — 248	Aparecimento dos primeiros dinossauros, mamíferos e aves. Florestas de gimnospermas e pteridófitas.	Continentes montanhosos reunidos em uma única massa, a Pangéia. Extensas regiões desérticas.

4a **Tabela Q16.2-1** Principais eventos biológicos e geológicos na história da Terra.

Figura 20b. Coluna 4b

ERA	PERÍODO	ÉPOCA	MILHÕES DE ANOS ATRÁS	FORMAS DE VIDA	CLIMA E PRINCIPAIS EVENTOS GEOLÓGICOS
PALEOZÓICA	Permiano		248 — 286	Diversificação dos répteis. Origem da maioria das ordens modernas de insetos. Extinção em massa de muitos invertebrados marinhos. Diversificação das coníferas.	Glaciação extensa no hemisfério sul. Elevação de extensas áreas continentais.
	Carbonífero		286 — 360	Apogeu dos anfíbios ("idade dos anfíbios"). Aparecimento dos répteis. Diversos tipos de inseto. Abundância de tubarões primitivos. Florestas de pteridófitas, gimnospermas e cavalinhas.	Clima quente e úmido; torna-se frio no final do período.
	Devoniano		360 — 408	Aparecimento dos anfíbios e insetos. Diversificação dos peixes ("idade dos peixes"). Moluscos e artrópodos trilobites abundantes. Extinção das primitivas plantas vasculares. Formação das primeiras florestas. Aparecimento das plantas vasculares modernas.	Continentes montanhosos com mares continentais cobrindo grande parte das terras baixas.
	Siluriano		408 — 438	Expansão dos peixes sem mandíbulas. Formação de recifes de corais. Invasão do ambiente terrestre por plantas vasculares e animais artrópodos. Aparecimento das plantas vasculares primitivas e dos grupos modernos de algas e fungos.	Clima ameno. Continentes planos.
	Ordoviciano		438 — 505	Aparecimento dos primeiros peixes (agnatos). Domínio dos invertebrados marinhos. Aparecimento das primeiras plantas terrestres. Domínio dos mares pelas algas.	Clima ameno. Oceanos rasos e continentes extensos, cobertos em grande parte por mares continentais.
	Cambriano		505 — 590	Abundância de invertebrados marinhos. Origem da maioria dos filos modernos de animais. Diversificação das algas.	Clima ameno. Oceanos extensos, extravasando sobre os continentes baixos.
PRÉ-CAMBRIANA			590 — 700	Origem dos invertebrados, das algas e dos fungos.	Clima seco e frio, passando para quente e úmido. Formação de extensas cadeias de montanhas. Oceanos rasos.
			700 — 1.500	Primeiras células eucariontes.	
			1.500 — 2.500	Primeiras células fotossintetizantes.	
			2.500 — 3.500	Primeiros seres vivos procariontes.	Formação da crosta terrestre. Resfriamento do planeta.
			3.500 — 4.600	Formação dos compostos orgânicos que originaram a vida.	
			4.600	Origem da Terra.	

Tabela Q16.2-1 (cont.)

5.4. Livro L4 - Coluna 4a e 4b

Comentários:

As colunas geológicas 4a e 4b representadas em duas folhas exibem dimensões aproximadas de 24,4 cm por 16,9 cm, e aproximam-se do padrão de construção determinado pela IUGS (Tabela 2). O Pré-Cambriano (nomenclatura informal) que corresponde aos eons Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico (Tabela 4), está bem representado com as principais seqüências dos eventos geológicos, climáticos e biológicos, porém encontra-se graficamente reduzido diante de sua realidade temporal. Verifica-se também que a Era Cenozóica encontra-se desproporcional, ou seja, muito ampla para 65 M. a. em comparação aos 4,0 B. a. do Pré-Cambriano.

As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário) apresentam-se com nomenclatura e duração temporal (Milhões de anos) corretas, seguidos dos principais eventos já mencionados, o que facilita sua compreensão. Não são exibidos os eons Fanerozóico, Arqueano e Proterozóico, e sim para estes últimos intervalos o termo Era Pré-Cambriana indevido, pois Pré-Cambriano é uma classificação genérica e informal, e refere-se aos eventos biológicos que antecederam o Período Cambriano, quando surgiram diversos filos de animais invertebrados com esqueletos mineralizados.

Os intervalos numéricos expressos em anos, nas respectivas eras, períodos e épocas, são um pouco mais compreensíveis devido à organização dos eventos e bem definidos textualmente, apesar da condensação de muitas frases explicativas, o que polui um pouco a coluna. Já que o autor se propôs a detalhar os eventos, seria didático apresentar ilustrações pertinentes aos principais estágios relacionados com quadros complementares junto à coluna.

Em nenhum momento o autor expressa orientações sobre a forma de abordagens dos assuntos e nem fornece indicações bibliográficas ao professor, o que possibilitaria um embasamento teórico mais profundo para o ensino do tempo geológico.

Existe boa legibilidade e uniformidade dos caracteres tipográficos com a devida organização dos intervalos cronoestratigráficos; e tratando-se do ensino de biologia, os

eventos (formas de vida, clima e principais eventos geológicos) estão muito bem detalhados e corroboram a riqueza orgânica filogenética balizada pela evolução e extinção das espécies, assim como dos processos físicos decorrentes ao longo do tempo geológico.

O autor não procurou acrescentar informações extras que complementem o aprendizado do texto e da coluna, que por tratar-se de um tema complexo, possibilitaria a compreensão de sua construção sob o aspecto histórico.

Este livro foi escrito em 1996, sua coluna encontra-se desatualizada naturalmente com as últimas mudanças recentes.

Figura 21. Coluna 5

Períodos	Épocas	Registro de vida	Início (× 1.000 anos)
ERA CENOZÓICA			
Quaternário	Recente Pleistoceno	Homem moderno Precusores do homem	30 1.000
Terciário	Plioceno	Carnívoros e macacos antropóides	10.000
	Mioceno	Baleias. Macacos pequenos	25.000
	Oligoceno	Grandes mamíferos herbívoros	40.000
	Eoceno	Aparecimento de plantas com flores	55.000
	Paleoceno	Primeiros mamíferos com placenta compacta	65.000
ERA MESOZÓICA			
Cretáceo		Extinção dos dinossauros. Flora com aspecto moderno	135.000
Jurássico		Domínio dos dinossauros. Mamíferos primitivos. Aparecimento das aves	190.000
Triássico		Aparecimento dos dinossauros. Surgem os primeiros mamíferos	225.000
ERA PALEOZÓICA			
Permiano		Florestas de coníferas (pinheiros)	280.000
Carbonífero		Primeiros répteis. Florestas primitivas de grandes pteridófitas	345.000
Devoniano		Peixes numerosos. Aparecem os anfíbios	400.000
Siluriano		Primeiras plantas e invertebrados terrestres	440.000
Ordoviciano		Primeiros peixes primitivos	500.000
Cambriano		Fauna de invertebrados marinhos	570.000
ERA ARQUEOZÓICA			
Pré-cambriano		Aparecimento da vida. Organismos primitivos. Poucos fósseis. Predomínio de unicelulares	1.000.000

Fig. 2.42

Gráfico dos Períodos e Épocas de cada Era, com seus principais eventos. Para observar a ordem em que se deram os fatos, a sequência deve ser lida de baixo para cima. Na escala de tempo, multiplique os números por 1.000. Os dados numéricos não precisam ser memorizados com rigor.

5.5. Livro L5 - Coluna 5

Comentários:

A coluna geológica número 5 exibe dimensões aproximadas de 21,3cm por 16,8 cm, aproximando-se do padrão de construção determinado pela IUGS (Tabela 2). O Pré-Cambriano está demasiadamente resumido, gráfica e textualmente, sendo apenas destacada a Era Arqueozóica e omitida a Proterozóica.

Quantifica-se o intervalo de tempo para a Era Arqueozóica ou Pré-Cambriano em apenas 1.000.000.000 de anos ou 1,0 B.a., ao contrário do valor atual de aproximadamente 2,1 B. a. para este intervalo de tempo. Outro erro está na em definir o Eon Arqueano como Era Arqueozóica.

As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário), cuja duração temporal (milhões de anos) segue os principais registros da vida também estão corretos. Os intervalos temporais, os eventos biológicos estão muito simplificados, o que despreza a real riqueza e dimensão dos eventos ocorridos ao longo da história geológica do planeta.

O autor fornece um texto resumido em anexo abaixo da coluna e explica o critério correto de leitura da mesma em relação aos termos cronoestratigráficos e dos eventos ocorridos, assim como as proporções numéricas. Não são apresentados referências bibliográficas complementares para o professor e nem histórico da construção da coluna geológica.

Esta coluna não possui boa legibilidade tipográfica, pois ocorre omissão dos eons e eras geológicas e demasiada compactação de eventos muito próximos ao Terciário e Quaternário, assim como as idades numéricas correspondentes. Os caracteres tipográficos encontram-se uniformes e organizados.

O texto já citado em anexo possibilita uma melhor compreensão para a leitura e interpretação da coluna geológica, entretanto esta deveria ser mais bem detalhada com relação aos intervalos e os elementos envolvidos cronologicamente. Este é um livro texto de 1998, cuja coluna ainda exibe nomenclatura cronoestratigráfica desatualizada, como o

uso ainda do Terciário e Quaternário, hoje Paleogeno e Neogeno, além da ausência da fonte consultada para a confecção da mesma.

Figura 22a. Coluna 6a

Era	Período	Época	Início (em milhões de anos)
Cenozóica	Quaternário	Holoceno (recente)	0,01 (= 10 000 anos)
		Pleistoceno	4
	Terciário	Plioceno	10
		Mioceno	25
		Oligoceno	40
		Eoceno	55
		Paleoceno	65
Mesozóica	Cretáceo		135
	Jurássico		190
	Triássico		225
	Permiano		280
Paleozóica	Carbonífero		345
	Devoniano		400
	Siluriano		440
	Ordoviciano		500
	Cambriano		570
Proterozóica	Pré-cambriano		4 550
Arqueozóica			
Azóica			

Figura 22b. Coluna 6b

	PRINCIPAIS SERES VIVOS	OS AMBIENTES	PERÍODOS
QUATERNÁRIO	A era da espécie humana 33 34	35 36	Holoceno
			Pleistoceno
TERCIÁRIO	26 27	30 31 32 28 29	Plioceno
			Mioceno
			Oligoceno
			Eoceno
			Paleoceno
SECUNDÁRIO	18 19 14 15	20 21 22 23 24 25 17 16	Cretáceo
			Jurássico
			Triássico
PRIMÁRIO	8 6 3 4 5	11 10 13 9 12 7 12	Permiano
			Carbonífero
			Devoniano
			Siluriano
			Ordoviciano
			Cambriano
PRÉ-CAMBRIANO	1	2	Pré-Cambriano

1. Etapas iniciais do aparecimento da vida	13. Gimnosperma primitiva	25. Ave primitiva (arqueoptérix)
2. Seres unicelulares	14. Amonite (molusco cefalópodo de concha)	26. Mamute
3. Água-viva (celenterado)	15. Estegossauro (réptil gigantesco)	27. Javali
4. Trilobita (artrópodo)	16. Peixe crossopterígio	28. Tigre de dentes-de-sabre
5. Escafópodo (molusco primitivo)	17. Crocodilo	29. Tartaruga
6. Peixe encouraçado	18. Réptil saltador (herbívoros)	30. Palmeira (angiosperma)
7. Equinodermo (lírio-do-mar)	19. Pterodáctilo (réptil voador)	31. Planta dicotiledônea
8. Anfíbio primitivo	20. Tiranossauro	32. <i>Mesohippus</i> (cavalo de três dedos)
9. Pteridófita primitiva	21. Xaxim (samambaiáçu)	33. Precursor do homem
10. Pteridófita arborecente	22. Equisetínea (pteridófita)	34. O homem
11. Pteridosperma	23. Gimnosperma	35. Planta atual
12. Cicadácea	24. Mamífero primitivo	36. Cabana

Fig. 2.62
As transformações dos seres vivos no curso das eras geológicas.

Figura 22c. Coluna 6c

, Em síntese, podemos descrever as principais etapas da Evolução com alguns poucos quadros:

A. Pré-cambriano

- a. Desenvolvimento dos fenômenos descritos por Oparin para explicar a origem da vida.
- b. Seres unicelulares (bactérias e protozoários).
- c. Algas e espongiários.

B. Era paleozóica

- a. Celenterados (pólipos e medusas).
- b. Anelídeos.
- c. Artrópodos (trilobitas, crustáceos, insetos e aracnídeos). Insetos e escorpiões invadem a terra firme.
- d. Moluscos e equinodermos.
- e. Ostracodermos (primeiros vertebrados, desprovidos de mandíbula, com o formato de peixe, tendo o corpo revestido por uma couraça dura).
- f. Placodermos (peixes com mandíbula, originados dos ostracodermos, e com o corpo parcialmente coberto por placas).
- g. Peixes cartilaginosos, como o tubarão.
- h. Peixes ósseos, como o esturção.
- i. Peixes pulmonados (crossopterígios).
- j. Labirintodontes (anfíbios primitivos).
- l. Cotelossauros (répteis primitivos).
- m. Primeiros animais voadores (baratas e libélulas).
- n. Proliferação dos anfíbios e dos répteis. Os insetos dominam os continentes.
- o. As plantas já formam imensas florestas de pteridófitas e as gimnospermas começam a proliferar.

Fig. 2.63

A despeito da sua fragilidade, as águas-vivas (celenterados) resistem desde os tempos do começo da vida na Terra até os nossos dias. Elas sempre habitaram os mares, um ambiente pouco sujeito a alterações.

Fig. 2.64

Um trilobita, tipo de artrópodo que proliferou na Terra há 500 milhões de anos e cujos fósseis são abundantemente encontrados.

Fig. 2.65

Ostracodermos. Eles ainda tinham boca circular, em ventosa, como os atuais ciclóstomos. Foram o primeiro passo para o aparecimento dos peixes e, conseqüentemente, de todos os vertebrados.

Fig. 2.66

Placodermo. Já era dotado de mandíbula com dentes pontiagudos. Foi o precursor dos peixes cartilaginosos. Era temível nos mares.

5.6. Livro L6 - Coluna 6a, 6b e 6c

Comentários:

Neste texto o autor apresenta duas colunas geológicas distintas com textos e ilustrações bem explicativas, e dois quadros sobrepostos do Pré-Cambriano e da Era Paleozóica. Sendo que a coluna 6a exibe dimensões de 12,1cm por 11,0 cm, seguindo o padrão aproximado de construção determinado pela IUGS (Tabela 2).

Os eons Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico, (Pré-Cambriano) (Tabela 4), estão diminuídos, porém exibem valores próximos dos estabelecidos em termos de datações (Tabela 4), com destaque gráfico-temporal superestimado para a Era Cenozóica.

As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário) e a duração temporal (milhões de anos) encontram-se corretos, mas não são citados os *eons* Fanerozóico e os relacionados ao Pré-Cambriano. É perceptível visualizar um erro no terceiro quadro, na coluna 6c o autor escreve Era Paleozóica com “p” minúsculo, sendo o correto o uso da primeira letra maiúscula.

Em relação às ilustrações o autor procurou ser bem detalhista e organizado ao apresentar uma coluna complementar (coluna 6b), com os períodos geológicos correspondentes e seguidos de ilustrações numeradas e elencadas pontualmente em sequência logo abaixo do quadro. Esta segunda coluna revela dimensões de 19,0 cm por 17,9 cm. Apesar de toda a acuidade do autor, o mesmo apresenta nesta segunda coluna os termos desatualizados para as eras dos séculos XVIII e XIX (Tabela 3).

Não existe também menção referente a(s) fonte(s) consultada(s), e nem referências bibliográficas complementares para melhor compreensão por parte do professor, entretanto a coluna 6c procura expor para o Pré-Cambriano e Era Paleozóica a sequência evolutiva orgânica.

A coluna 6a exibe uniformidade dos caracteres, porém os números relacionados com a duração de milhares de anos ocupam quase todo espaço gráfico de cada intervalo,

necessitando do auxílio do professor para explicar detalhadamente o significado dos mesmos para o início e o término de cada intervalo de tempo.

Com a adição das duas colunas (6b e 6c), das ilustrações, e dos itens relacionados verifica-se um melhor embasamento para se compreender o tempo geológico.

Figura 23. Coluna 7

Era	Período	Época	Início/milhões de anos
Cenozóica	Quaternário	Recente	0,01
		Pleistoceno	1,8
	Terciário	Plioceno	5
		Mioceno	22,5
		Oligoceno	36
		Eoceno	54
		Paleoceno	65
Mesozóica	Cretáceo		140
	Jurássico		195
	Triássico		230
Paleozóica	Permiano		280
	Carbonífero		345
	Devoniano		395
	Siluriano		435
	Ordoviciano		500
	Cambriano		600
Proterozóica	Pré-Cambriano		4 600
Arqueozóica			

5.7. Livro L7 - Coluna 7

Comentários:

A coluna número 7 representada em uma única página, possui dimensões de 16,2cm por 10,9 cm, seguindo o padrão de construção determinado pela IUGS. As eras (eons) Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico (Pré-Cambriano) (Tabela 4) estão diminuídas, porém exibem valores corretos também estabelecidos pela IUGS (Tabela 2), e a Era Cenozóica é exibida com destaque gráfico em relação às demais eras. As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário) e a duração temporal (milhões de anos) encontram-se corretos.

Percebe-se omissão dos eons na coluna (Fanerozóico, por exemplo) e ausência de ilustrações com representação gráfica bastante simplificada, o que dificulta a proposta de compreensão sobre o tempo geológico da própria coluna.

Não há orientações sobre a forma de abordagem dos assuntos e nem indicações bibliográficas para que o professor possa desenvolver melhor suas aulas quanto a este tópico. E quanto à legibilidade tipográfica verifica-se uma aproximação vertical dos períodos e épocas geológicas, que acabam dificultando ainda mais sua compreensão, apesar da uniformidade tipográfica.

O autor apresenta abaixo da coluna analisada, uma síntese das eras Arqueozóica e Proterozóica (*eons*) e Paleozóica, não mencionando a Era Mesozóica e não destacando a Era Cenozóica. Ao mesmo tempo não apresenta os eventos geológicos e biológicos decorrentes para a cultura da construção da coluna geológica

Em nenhum momento o autor procurou explicar o significado e a origem da nomenclatura expressa na coluna, como os nomes das eras e períodos. Esta coluna está desatualizada e não foi apresentado referência bibliográfica quanto a fonte de sua consulta.

Figura 24a. Coluna 8a

ERAS	IDADE (milhões de anos)	OS PERÍODOS	PRINCIPAIS EVENTOS NO MUNDO VIVO
QUATERNÁRIO	Hoje	Holoceno	Evolução do homem.
	a	Pleistoceno	
	- 2		
TERCIÁRIO	a	Plioceno	Os mamíferos evoluem e se diversificam.
	- 7		
	a	Mioceno	
	- 26		
	a	Oligoceno	
	- 37		
	a	Eoceno Paleoceno	
- 65			
SECUNDÁRIO	a	Cretáceo	Nascem os primeiros primatas. Surgem plantas com flores.
	- 136		
	a	Jurássico	Época dos grandes répteis e primeiros pássaros.
	- 190		
	a	Triássico	Aparecem os primeiros mamíferos.
	- 225		
PRIMÁRIO	a	Permiano	Numerosas formas animais desaparecem do meio marinho.
	- 280		
	a	Carbonífero	Aparecimento dos primeiros répteis.
	- 345		
	a	Devoniano	Domínio dos lepidodendrales e das criptógamas com sementes.
	- 395		
	a	Siluriano	Os primeiros anfíbios aparecem. Os peixes se diversificam.
	- 430		
	a	Ordoviciano	Primeiras plantas terrestres com vasos condutores.
	- 500		
a	Cambriano	Todos os metazoários se diversificam. Os primeiros peixes aparecem. Aparecimento dos primeiros animais com eixo dorsal esquelético.	
- 570			
PRÉ-CAMBRIANO			Animais com elementos esqueléticos.
			Os animais se organizam no seu meio (biótopo) e constituem as primeiras associações (biocenose).
			Os primeiros metazoários aparecem.

Figura 24b. Coluna 8b

5.8. Livro L8 - Colunas 8a e 8b

Comentários:

A coluna 8a possui dimensões de 24 cm por 17,3cm, e mesmo seguindo o padrão aproximado de construção determinado pela IUGS (Tabela 2), o Pré-cambriano (Tabela 4) revela-se graficamente diminuído em relação aos demais intervalos.

Percebe-se um problema de desatualização quanto à nomenclatura relacionada às eras Paleozóica e Mesozóica, sendo estas chamadas de Primário e Secundário e tendo como sequência natural o Terciário e o Quaternário. O autor também não cita os *eons* e exibe o aparecimento dos grupos sem nenhuma explicação aparente.

As ilustrações encontram-se na coluna complementar 8b e são de pequenas dimensões e estão numeradas com as respectivas nomenclaturas biológicas. Mesmo sendo autoexplicativas é importante o apoio do professor quanto a alguns grupos filogeneticamente distantes. Não é apresentada orientação sobre as formas de abordagens do texto, pois o autor relata de maneira sequencial alguns eventos de ordem biológica, que muito pouco acrescentam para a compreensão desta coluna. Como também não explica o significado dos nomes adotados nas divisões e subdivisões geocronológicas.

O autor em nenhum momento cita a fonte bibliográfica da construção original da coluna em apreço, como também não se preocupou em oferecer outras referências bibliográficas para um aprofundamento por parte do professor.

Esta coluna apresenta uma péssima legibilidade devido às diminutas dimensões tipográficas, entretanto as interfaces entre as unidades temporais são bastante claras delimitando os intervalos entre os períodos com contrastes de cores.

Na coluna 8a no item “**principais eventos do mundo vivo**” o autor menciona junto ao Período Cretáceo a frase: “*nascem* os primeiros mamíferos”, expondo um termo duvidoso como se os primatas surgissem aparentemente do nada. Além de que estes vão se derivar e diversificar ao longo da Era Cenozóica.

Seguindo o mesmo item, no Período Ordoviciano é citada a seguinte frase: “Todos os metazoários se diversificam”, na realidade esta é uma afirmação duvidosa pois foi durante o Período Cambriano que ocorreu a diversificação de praticamente todos os filos de

invertebrados, como exemplo tem-se a famosa explosão de vida cambriana. Em relação ao Pré-Cambriano afirma-se: “Animais com elementos esqueléticos”, ou seja, uma afirmação completamente errada pois os primeiros animais portando estruturas como exoesqueletos e cochas vão se derivar no Período Cambriano a partir dos metazoários de corpo mole que se diversificaram no final do Proterozóico Superior. E são as estruturas mineralizadas passíveis de fossilização que se definiu o Eon Fanerozóico (vida visível ou evidente).

Quanto ao Pré-Cambriano ainda o autor afirma que “Os animais se organizam no seu meio (biótopo) e constituem as primeiras associações (biocenose)”. Estas afirmações são suspeitas pois o registro fóssil relacionado a este intervalo é bastante incompleto.

A coluna 8b é um complemento informativo da coluna 8a, que apesar da riqueza de ilustrações esta não exhibe escala. Ocorre um erro ou desatualização em relação ao item número 28 da coluna para o Gênero *Machairodus*, conhecido há algum tempo como *Smilodon*. Em relação os itens 13 – Sigilariácea (Pteridófita fóssil) e 23 – *Bennetitale* (gimnosperma fóssil), o uso do termo fóssil é redundante pois se trata de organismos que foram reconstituídos através de seus fósseis, mesmo estes não existindo mais nos dias de hoje.

Figura 25a. Coluna 9a

A tabela que apresentamos a seguir dá uma noção aproximada do que foi a história da vida. O tempo geológico foi subdividido em eras, períodos e épocas. Repare, na tabela, que no Pré-Cambriano (Era Proterozóica) os fósseis são relativamente raros e representam formas bastante simples. No Cambriano, ocorre

Era	Período	Época	
Cenozóica	Quartenário	Recente	
		Pleistoceno (Idade do Gelo)	
Mezozóica (Idade dos Répteis)	Terciário		
		Cretáceo	
		Jurássico	
	Triássico		
Paleozóica	Permiano		
	Carbonífero		
	Devoniano		
	Siluriano		
	Ordoviciano		
	Cambriano		
Proterozóica			
Arqueozóica			

Figura 25b. Coluna 9b

uma “explosão” de vida, aparecendo muitos representantes de seres vivos. Veja ainda na tabela como é recente o aparecimento dos homínídeos, sendo então irrisório, em relação à história da vida, o tempo decorrido desde que a civilização começou a ocorrer.

Anos decorridos desde o início do período até agora	Vida vegetal	Vida animal
10 mil	Aumento no número de planta herbáceas.	Civilizações humanas.
3 milhões	Extinção de muitas espécies de plantas.	Grandes mamíferos se extinguem.
63 milhões	Domínio do ambiente terrestre pelas angiospermas.	Domínio do ambiente terrestre por mamíferos, aves, insetos. Irradiação dos mamíferos. Primeiros homens.
135 milhões	As angiospermas dominam; declínio das gimnospermas.	Dinossauros atingem o apogeu, e em seguida se extinguem. Segunda grande irradiação dos insetos. Primeiros primatas.
181 milhões	Gimnospermas como cicis e coníferas ainda predominam.	Dinossauros grandes, especializados, mais abundantes. Os primeiros mamíferos e as primeiras aves aparecem.
230 milhões	Domínio do ambiente terrestre pelas gimnospermas e samambaias. Diminuem os musgos.	Os primeiros dinossauros aparecem. Répteis semelhantes a mamíferos aparecem.
280 milhões	Gimnospermas e angiospermas evoluem.	Expansão dos répteis. Declínio dos anfíbios.
345 milhões	Era das grandes florestas de gimnospermas e suas precursoras, musgos e samambaias.	“Idade dos Anfíbios”. Primeira grande irradiação dos insetos. Os primeiros répteis aparecem.
405 milhões	Expansão das plantas terrestres; primeiras florestas de musgos e samambaias.	“Idade dos Peixes”. Os primeiros vertebrados terrestres, os anfíbios, aparecem.
425 milhões	Primeiras plantas vasculares, algas e fungos.	Primeiros artrópodos adaptados a respirar em meio terrestre aparecem. Aumento dos peixes.
500 milhões	Invasão do ambiente terrestre pelas plantas	Invertebrados marinhos diversificados, corais. Aparecem os primeiros vertebrados aquáticos, os peixes.
600 milhões	Algas marinhas abundantes.	Invertebrados marinhos diversificados, trilobitas. Aparecem animais com esqueleto.
1,5 bilhão	Pluricelulares acelomados e celomados surgem. Protistas eucariontes e fungos surgem.	Procariontes abundantes.
2,5 bilhões	Bactérias anaeróbicas e fotossintéticas surgem. Formação da terra e do resto do sistema.	
4,5 milhões		

5.9. Livro L9 - Colunas 9a e 9b

Comentários:

A Coluna 9a foi confeccionada em duas formas distintas e locadas em duas páginas, ambas com dimensões aproximadas de 21,6 cm por 15,5 cm, e obedece ao padrão de construção determinado pela IUGS (Tabela 2). Os eons Arqueano (Arqueozóico) e Proterozóico (Tabela 4) que na realidade representam cerca de 80% do Tempo Geológico (T. G.), ou seja, 4,0 Bilhões de anos, encontram-se diminuídos em contraste com as eras Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica que juntas representam aproximadamente 542 Milhões de anos, ou cerca de 15% do T. G.

As unidades geocronológicas como eras, períodos e épocas (Terciário/Quaternário) encontram-se corretas, sendo que as eras Paleozóica e Mesozóica estão graficamente proporcionais, entretanto a Era Cenozóica exibe dimensões gráficas superestimadas para um intervalo de tempo de apenas 65 M. a. de duração. Não foram citados eons nesta coluna como o Fanerozóico.

As ilustrações revelam a riqueza das formas pretéritas reconstituídas a partir dos fósseis. E na segunda coluna decomposta e posicionada de forma paralela, a numeração temporal aparece separada da cronologia, refletindo as mesmas proporções gráficas, seguidas de descrição textual. Onde o autor se preocupou em distinguir os eventos biológicos quanto à vida vegetal e animal; em relação à Era Cenozóica o autor destaca apenas as épocas referentes ao Pleistoceno e Recente.

Não foram propostas pelo autor referências bibliográficas quanto à elaboração desta coluna e nem suporte informativo detalhado para o professor. As colunas não exibem boa legibilidade tipográfica, mas a forma como estão elencadas as informações possibilitam ao aluno efetuar uma correlação direta e um pouco mais precisa com as ilustrações.

Mesmo apresentando as duas colunas que se complementam, o autor não explica a nomenclatura usual para as eras, períodos e épocas, e nem apresenta a fonte de referência bibliográfica de consulta.

Existe uniformidade dos caracteres tipográficos apresentados, entretanto as informações complementares limitam-se ao cabeçalho já citado no topo das colunas 9a e 9b.

Figura 26. Coluna 10

5.10. Livro L10 – Coluna 10

Comentários:

A coluna número 10 exibida em uma única página possui dimensões de 18,6 cm por 15,3 cm e encontra-se dividida, estando sobrepostas cuja superior exhibe as épocas do atual Neógeno, antigo Terciário. Este tipo de representação ilustrada contempla uma distribuição bioestratigráfica de algumas famílias, entretanto não está completa, revelando ausência das divisões padrões como eras e períodos. Também não apresenta os *eons* Arqueano e Proterozóico (Tabela 4), e não existe quantificação numérica temporal.

Verifica-se que a tentativa de tratamento apresentado pelo autor para o tempo geológico, não é a ideal. É uma maneira distinta de demonstrar a relação temporal e filogenética dos muitos organismos que viveram ao longo da história da Terra.

Este modelo de distribuição bioestratigráfica não pode ser considerado uma coluna geológica padrão apesar de trazer conceitos que obedecem à construção da mesma. O autor apresenta em texto anexo modelos pertinentes a respeito do tipo de representação gráfica, discutindo conceitos de interações ecológicas interespecíficas; como também destaca a fonte bibliográfica de consulta e adaptação da figura em apreço.

Este tipo de representação de distribuição de grupos deve ser acompanhado de uma coluna geológica padrão para que se compreenda melhor a profundidade temporal de tais eventos. Estes conceitos, ensinados desta forma no ensino médio tornam-se vagos e exigem informações complementares por parte do professor.

Figura 27. Coluna 11

Figura 24.4 Tabelas do tempo geológico. À esquerda, duração aproximada das principais eras; à direita, principais subdivisões das eras (em períodos, e estes em épocas), acompanhados das ocorrências biológicas de maior importância. (Baseado em Guyer e Lane, *Animal Biology*, 5. ed., Londres, Harper & Row, Publishers, 1964.)

5.11. Livro L11 – Coluna 11

Comentários:

A Coluna geológica nº 11 exposta numa única folha é um modelo coerente de representação, devido à composição e projeção das duas colunas através de macro subdivisões ou magnitudes cronoestratigráficas. A primeira coluna, a da esquerda tem 9,5 cm por 4,4 cm e a da direita tem 9,6 cm por 7,7 cm, e estão de acordo com a IUGS (Tabela 2). As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário) encontram-se corretas, com o Arqueozóico e Proterozóico (Tabela 4) representados a partir da base, com durações temporais (milhares de anos), seguidos de citações de ocorrências biológicas simplificadas, sintetizando uma estrutura gráfica mais completa.

O autor foi perfeito na comparação dimensional bastante próxima do “real” para o “Pré-cambriano” exibindo os aproximados, 85% do T.G., como a projeção da coluna da direita permitindo detalhar as eras e períodos mais recentes de maneira que fique clara sua reduzida temporalidade. O próprio cenozóico de menor temporalidade (65 M. a.) marca eventos geológicos e biológicos relativamente recentes como a formação de cadeias montanhosas, assim como a irradiação dos mamíferos e aparecimento do Homem.

Com exceção da utilização do conceito de *eon* não existem erros de nomenclatura nesta coluna, cujo tratamento gráfico é o ideal como já citado. É omitido o Eon Fanerozóico e denomina-se o Eon Arqueano e Proterozóico por eras. O autor procurou indicar a fonte bibliográfica de consulta, mesmo sendo bastante antiga, ele utiliza um pequeno texto para explicar sinteticamente a organização da nomenclatura, porém não explicou sua origem e significado.

Com exceção da fonte de consulta e adaptação da coluna geológica, não é fornecida indicação bibliográfica ao professor.

A coluna é apresentada com contrastes de tons e razoável legibilidade tipográfica, sendo perfeitamente adequada ao ensino médio, apesar das simples citações de grupos biológicos junto às épocas. Não são fornecidas informações adicionais que contribuam para ampliar o entendimento da coluna como um todo.

Figura 28. Coluna 12

As eras geológicas			
Eras geológicas		Principais fatos	Duração (milhões de anos)
FANEROZÓICO	CENOZÓICA { Quaternário Terciário	<ul style="list-style-type: none"> • Aparecimento do homem. • Intensa colisão de placas tectônicas. • Formação de grandes cadeias de montanhas (Andes, Rochosas, Alpes, Himalaia). 	1,8 63
		<ul style="list-style-type: none"> • Aparecimento de grandes répteis (dinossauros). • Início da fragmentação do supercontinente Pangéia. • Abertura do Oceano Atlântico (separação entre África e América do Sul). 	165
	PALEOZÓICA	<ul style="list-style-type: none"> • Grandes movimentos tectônicos. • Aparecimento de vida nos mares (invertebrados e peixes). • Grande desenvolvimento da flora. • Formação de grandes bacias sedimentares no Brasil. 	340
PRÉ-CAMBRIANO	PROTEROZÓICA	<ul style="list-style-type: none"> • Provável existência de algas marinhas. 	4.000
	ARQUEOZÓICA	<ul style="list-style-type: none"> • Ausência de provas concretas (através de fósseis) da existência de vida. 	

5.12. Livro L12 – Coluna 12

Comentários:

A Coluna geológica nº 12 locada em uma única folha, exibe dimensões de 17,5 cm por 13,6 cm, obedecendo ao padrão de construção estipulado pela IUGS (Tabela 2). Esta escala gráfica encontra-se desproporcional com o Pré-Cambriano diminuído, em relação ao Fanerozóico, mas as seqüências dos intervalos cronoestratigráficos estão corretas, com as eras mais antigas Arqueozóica e Proterozóica (Tabela 4) apresentadas a partir da base e a Cenozóica encerrando no topo acima. Mesmo com a redução intencional do Pré-Cambriano não explicado pelo autor, é exibida a duração de 4.000 milhões de anos de duração, o que pode eventualmente confundir o estudante por relação de proporcionalidade.

Verifica-se omissão dos sistemas cronoestratigráficos complementares como eons, períodos e épocas, dificultando demasiadamente a organização e compreensão da mesma. É citado o Fanerozóico sem a devida nomenclatura de *eon*, ocorrendo o mesmo para o Arqueozóico e Proterozóico, classificados estes ainda como era.

As nomenclaturas cronoestratigráficas das eras estão corretas, entretanto não são apresentadas ilustrações que possibilitem um melhor entendimento do tempo geológico em si. São citados listagens de eventos geológicos e biológicos ocorridos sem nenhum detalhamento mais profundo.

Não é sugerida nenhuma indicação bibliográfica ao professor, como também não é citada a fonte de extração e adaptação da coluna em análise. Esta coluna exibe boa legibilidade tipográfica, porém é distante dos objetivos de entendimento para o tempo profundo devido a sua simplicidade e conteúdo demasiado pobre.

Ocorre uniformidade nos caracteres tipográficos em toda coluna, porém não são fornecidas informações adicionais que possam contribuir para ampliação do entendimento do texto e mesmo da própria coluna, também desatualizada com os períodos Terciário e Quaternário.

Figura 29a. Coluna 13 a

aprenda um pouco MAIS

Como você viu, a idade da Terra é calculada em 4,5 bilhões de anos e, desde a sua formação até hoje, a Terra vem sofrendo muitas transformações. Os acontecimentos que modificaram a fisionomia da Terra contam a história do nosso planeta.

Como a história da Terra é muito longa e rica em acontecimentos, foi dividida em cinco partes, que receberam o nome de *eras geológicas*. São elas:

- *Era Cenozóica*
- *Era Mesozóica*
- *Era Paleozóica*
- *Era Proterozóica*
- *Era Arqueozóica*

Figura 29b. Coluna 13 b

As eras devem ser lidas de baixo para cima; portanto, as mais antigas são a *Arqueozóica* e a *Proterozóica*, e a mais recente é a *Cenozóica*.

Foi no decorrer das eras *Arqueozóica* e *Proterozóica* que ocorreu o resfriamento da Terra. Havia intenso vulcanismo e as montanhas eram muito altas. Apareceram jazidas de ouro, prata, cobre, ferro e uma vida muito rudimentar nos oceanos, como algas, bactérias e vírus.

Na Era *Paleozóica* houve o aparecimento de grandes florestas e a formação de grandes jazidas de carvão.

O homem apareceu somente no fim da Era *Cenozóica*.

5.13. Livro L13 - Colunas 13 a e 13 b

Comentários:

Esta coluna representa o tempo geológico linearmente e não pode ser considerada uma coluna típica, apesar de ricamente ilustrada. Ela é representada em duas páginas horizontalmente, e de longe se aproxima do que a IUGS determina por convenção oficial (Tabela 2).

É claro que o objetivo do autor é a compreensão dos eventos biológicos decorridos, porém ele explora muito pouco as subdivisões temporais assim como a nomenclatura cronoestratigáfica ou geocronológica. Limitando-se a apresentar somente as eras, evidencia-se a redução proposital da Arqueozóica e Proterozóica ou melhor Eon Arqueano e Eon Proterozóico (Tabela 4), no entanto as demais eras encontram-se proporcionais.

O autor procurou complementar a figura com um pequeno texto explicativo, porém não revela a fonte de extração da figura em questão, assim como não existe termos que induzem a erros, confusões conceituais ou associações indevidas de conceitos, ou mesmo apresente informações desatualizadas.

Não existem orientações sobre a forma de abordagem dos assuntos e nem indicações bibliográficas ao professor. Como não é possível relatar a respeito da boa legibilidade tipográfica, esta forma de apresentação para a matéria de biologia do ensino médio permite que as ilustrações possibilitem mesmo que superficialmente, reforçar a compreensão das seqüências dos eventos biológicos na linha do tempo profundo de maneira bastante simplificada.

Quanto às informações adicionais contribuindo para ampliar o entendimento do texto estas se limitam as presentes junto à figura, e que já fora comentado.

Este tipo de representação horizontal obedece o sentido da leitura visual padrão do Ocidente, sempre da esquerda para direita, ao contrário do que ocorre no Oriente, da direita para esquerda. Representações horizontais desta natureza podem ser melhores compreendidas, para alguns alunos, devido à exposição seqüencial dos eventos que podem ser interpretados como em uma leitura qualquer.

Figura 30. Coluna 14

O TEMPO GEOLÓGICO			
Era	Duração (em milhões de anos)	Período	Características principais
Pré-Cambriana (ou Primitiva) ↓	4 000	Azóico	Ausência de vida. Formam-se as primeiras rochas magmáticas, a partir da solidificação dos minerais.
		Arqueozóico	Formam-se as primeiras rochas metamórficas e os oceanos. Começa a vida no planeta Terra, com o aparecimento de bactérias e de algas azuis nos oceanos.
		Proterozóico	Formam-se as primeiras rochas sedimentares e prossegue o desenvolvimento da vida na água.
Paleozóica (ou Primária) ↓	340	Permiano Carbonífero Devoniano Siluriano Ordoviciano Cambriano	Surgem os primeiros répteis, no Carbonífero, o que significa o começo da vida nos continentes. Nos períodos Permiano e Carbonífero formam-se grandes florestas, cuja destruição leva, por meio de vários processos, à formação do carvão mineral. Destacam-se os anfíbios, os moluscos e os peixes.
Mesozóica (ou Secundária) ↓	167	Cretáceo Jurássico Triássico	Surgem os primeiros mamíferos, as aves e os répteis gigantes (dinossauros e outros).
Cenozóica	63	Terciário	Formam-se as grandes cadeias montanhosas (Alpes, Andes, Himalaia, Rochosas e Atlas). Os répteis gigantes são extintos e desenvolvem-se os mamíferos.
		Quaternário	Surge a espécie humana. Os continentes e oceanos tomam a forma atual.

5.14. Livro L14 - Coluna 14

Comentários:

A Coluna geológica nº 14 é exibida numa única folha e possui dimensões aproximadas de 17,4 cm por 16,0 cm, e não segue o padrão normativo de construção determinado pela IUGS (Tabela 2). As unidades geocronológicas como eras, períodos, épocas (Terciário/Quaternário), a duração temporal (milhões de anos), seguidos dos principais eventos biológicos e geológicos transcorridos, não respeita a sobreposição cronológica para os fósseis, ou seja, de baixo para cima.

O Pré-Cambriano chamado também de “Primitiva”, nomenclatura informal, está numericamente coerente com a IUGS e apresenta dimensões gráficas em destaque, mas ainda está distante da representação verdadeira, ou o maior intervalo da coluna geológica.

Os períodos das eras Paleozóica e Mesozóica desta coluna encontram-se na sequência correta em relação aos períodos da Era Cenozóica, estando os mesmos posicionados do intervalo mais antigo ao mais recente (Cambriano ao Permiano) e (Triássico a Cretáceo). Porém como mencionado as eras iniciam-se de cima para baixo, gerando confusão ao estudante.

Em relação ao item “**Características principais**” observa-se um problema junto a Era Paleozóica, onde menciona-se: *Surgem os primeiros répteis, no Carbonífero, o que significa o começo da vida nos continentes*. Os primeiros organismos a habitarem os continentes foram às primeiras plantas vasculares derivadas das algas verdes, e os primeiros animais foram os artrópodes no Período Siluriano. Verifica-se uma colocação de parâmetro duvidoso ao se referir aos *répteis gigantes* da Era Mesozóica, ou seja, tal expressão deixa vago o conceito dimensional para os dinossauros.

Não existe explicação para as nomenclaturas geocronológicas exibidas, assim como não é fornecida a fonte de referência para esta coluna, como também não é sugerida nenhuma referência bibliográfica para o professor.

A legibilidade tipográfica e uniformidade dos caracteres são razoáveis, mas na forma em que se encontra esta coluna não deve ser apresentada para nenhuma série devido a problemas estruturais e de nomenclatura errada.

De uma certa forma esta coluna é relativamente sintética e expõe os eventos bióticos e abióticos de uma forma genérica, e não pontuados em relação aos períodos em particular. Mesmo assim o autor apresentou um pequeno texto cognitivo comparando o tempo geológico real decorrido, ao longo de 365 dias.

O mesmo se percebe quanto a desatualização da mesma, cujo livro foi editado em 1993 e cita-se o Terciário e o Quaternário.

Figura 31 . Coluna 15

EVOLUÇÃO DA TERRA

5.15. Livro L15 - Coluna 15

Comentários:

Não se pode considerar a coluna nº 15 expressa numa única folha como uma coluna geológica típica, entretanto ela revela uma combinação cronológica de eventos ricamente ilustrados, seguindo um padrão arbitrário em espiral.

Esta forma em espiral é interessante do ponto de vista cognitivo devido aparentar uma sequência temporal interligada numa forma geométrica, revelando e destacando eventos geológicos, climáticos e biológicos.

As unidades geocronológicas seguem uma sequência em espiral como toda a figura apesar desta não exibir relações numéricas temporais (milhões de anos). Existe uma boa proporcionalidade para o Pré-Cambriano, mas ainda não é a ideal, e também se evidencia uma maior extensão desproporcional para o antigo Terciário e Quaternário.

Esta forma de apresentação das ilustrações auxilia no aprendizado devido ao seqüenciamento natural dos eventos evolutivos, apesar destas estarem muito condensadas e deixar a figura com aspecto visual poluído. Porém segue o conceito de sobreposição, ou seja, de baixo para cima, e destaca os grupos biológicos.

O autor não explica o significado da nomenclatura utilizada para as divisões geocronológicas e nem apresenta a fonte primária de consulta desta figura. Infelizmente esta se encontra desatualizada devido ao ano de confecção.

As informações adicionais que acabam contribuindo para ampliar o entendimento do texto e da coluna resume-se nas frases ao lado da espiral, onde verificou-se uma série de erros apresentados e discutidos respeitando as seqüências cronoestratigráficas.

No Pré-Cambriano cita-se o aparecimento de tipos mais complexos de algas porém não se define que tipo de complexidade, e se o autor esta se referindo a derivação.

No Período Cambriano destaca-se a figura de um aparente trilobita e o autor menciona o surgimento de invertebrados com conchas, o que neste caso não ocorreu pois os trilobitas eram artrópodes e eram portadores de exoesqueletos, cuja finalidade primária era de proteção contra predadores maiores.

Em relação ao Período Devoniano cita-se o aparecimento de vertebrados simplesmente, sendo o correto o aparecimento dos anfíbios. O correto também seria expor primeiramente a origem dos Cordados no Ordoviciano com o surgimento dos peixes agnatas.

Em relação aos períodos Carbonífero e Permiano ocorre um problema de ordem sequencial em dissociar as coníferas dos depósitos de carvão mineral. No final do antigo Terciário é exposto o soerguimento da Serra Nevada nos Estados Unidos, e uma vez que esta obra é destinada para estudantes brasileiros, deveria no mínimo utilizar como exemplo substituto, o soerguimento dos Andes como evento de referência.

O Período Jurássico é marcado pelo aparecimento de diversos grupos biológicos, mas os dinossauros surgiram e se diversificaram ainda no Período Triássico. E em vez de se referir ao aparecimento das aves o autor comete um erro em ressaltar o aparecimento dos pássaros (Ordem Passeriformes), grupo este bastante recente na história da Terra.

Figura 32. Coluna 16

Fig. 15.19 — EVOLUÇÃO DA TERRA ATRAVÉS DAS ERAS GEOLÓGICAS			
ERAS	CARACTERÍSTICAS		
Cenozóica <i>recente vida</i> (duração de 60 milhões de anos) ou Terciária	Quaternária Ocorrência de grandes glaciações e formação dos atuais contornos dos oceanos e continentes. Aparecimento do homem.		
	Terciária Formação das grandes cadeias montanhosas (Andes, Alpes, Himalaia, Rochosas e Cadeia do Atlas). Desaparecimento dos grandes répteis e desenvolvimento dos mamíferos. Traçado dos atuais continentes e oceanos.		
Mesozóica <i>intermediária vida</i> ou Secundária	Duração de 140 milhões de anos. Aparecimento dos primeiros mamíferos, das aves e dos répteis gigantes, como o dinossauro e muitos outros.		
Paleozóica <i>antiga vida</i> ou Primária	Duração de 400 milhões de anos. Ocorreu um grande desenvolvimento dos peixes, moluscos e anfíbios. No fim dessa era houve o desenvolvimento da vegetação, formando grandes florestas. Formação de rochas sedimentares.		
ERA PRÉ-CAMBRIANA ou PRIMITIVA	Proterozóica <i>elementar vida</i>	Duração de 650 milhões de anos. Formação das primeiras rochas sedimentares. Maior desenvolvimento da vida.	
	Arqueozóica <i>arcaica vida</i>	Teve uma duração aproximada de 650 milhões de anos. Foi nessa era que ocorreram chuvas intensas que formaram os oceanos. Apareceram altas montanhas e muitos vulcões. Nessa era começou a surgir a vida nos oceanos (seres unicelulares). Rochas magmáticas e metamórficas.	
	Azóica <i>sem vida</i>	Teve uma duração de bilhões de anos. Nessa era ocorreu o resfriamento da Terra e os minerais solidificados formaram as primeiras rochas. Ausência de vida. Formação de rochas magmáticas.	

5.16. Livro L16 - Coluna 16

Comentários:

A coluna geológica nº 16 é exibida numa única folha apresenta dimensões aproximadas de 25,0 cm por 17,7 cm, seguindo o padrão básico de construção determinado pela IUGS (Tabela 2), o Pré-Cambriano em baixo e as demais eras logo acima na seqüência vertical. As eras relacionadas com o Pré-Cambriano apresenta uma representação gráfica maior, mas ainda não corresponde aos quase 85% do T. G. (Tabela 4).

Excluindo as eras, infelizmente o autor não respeitou a nomenclatura formal e temporal, ficando difícil quantificar os eventos transcorridos, pois os períodos e épocas não foram colocados. Ao denominar o Pré-Cambriano como Era, sendo este um termo informal como já explicado, o mais correto seria segundo a moderna coluna geológica (Tabela 2) referir-se aos eons Arqueozóico e Proterozóico.

A Era Cenozóica a qual o autor chama de Terciária como um todo, e ao mesmo tempo encontra-se em contradição ao apresentar em *Características* a Quaternária. Menciona que o tempo de duração da Era Cenozóica é de 60 M. a. e o valor correto aproxima-se de 65 M. a. de duração, perdurando até os dias atuais.

Para fins exclusivamente didáticos o autor apresenta textos associados às eras isoladas (sem períodos ou épocas) com poucas ilustrações, procurando viabilizar melhor a compreensão de alguns marcos na história da vida do planeta

O autor não revela a fonte bibliográfica de consulta para confecção desta coluna e não faz nenhuma sugestão bibliográfica ao professor. De uma certa forma esta coluna exhibe uma boa legibilidade tipográfica, porém as informações apresentadas mesmo que na ordem cronológica estão bastante incompletas, e não permitem uma boa interpretação geral, especialmente para a série do ensino fundamental que se destina, deixando vago seu objetivo de quantificação temporal e da riqueza de vida pretérita. Pois a mesma omite informações importantes de organização quanto à nomenclatura e aos poucos estágios biológicos ocorridos, como a ausência de eventos geológicos.

Existe uniformidade dos caracteres tipográficos, mas não há informações adicionais contribuindo para ampliar o entendimento do texto, ou melhor, da coluna.

Capítulo 6 – Considerações e implicações para o ensino

Datando-se minerais a partir de rochas ígneas (produto do magma), intercaladas com rochas sedimentares portadoras de fósseis foi possível ao longo do século XX aperfeiçoar e desenvolver detalhadamente a construção da coluna geológica. A Coluna ou escala do tempo geológico não só é importante para se compreender melhor o registro da evolução orgânica a partir dos fósseis, como também representa a datação de terrenos geológicos, contribuindo como referência para a prospecção de minérios, petróleo e carvão. Os métodos de datação absoluta também possibilitam calibrar a idade de formação do Sistema Solar a partir de meteoritos recuperados.

O conceito de tempo geológico é abstrato e de difícil aprendizado, afinal, quantificar milhões e bilhões de anos, sem a apresentação dos métodos de datação (absoluta e relativa), dificulta ainda mais sua compreensão.

A atribuição numérica em grande escala (tempo geológico) é mais do que dimensional, necessitando de um desenvolvimento matemático prévio. Processos cognitivos prévios devem ser bem desenvolvidos e apoiados em modelos de escala numérica temporal.

As entrevistas que são o centro de estudo desta tese enfocaram como o tempo geológico apareceu no discurso de jovens moradores de regiões portadoras de jazigos fossilíferos, revelando também importantes parâmetros relacionados diretamente com fatores sócio-culturais devido as diferentes condições regionais. O entrevistador Prof. Dr. Nelio Bizzo as conduziu meticulosamente, respeitando a individualidade de cada entrevistado, assim como o conhecimento natural de cada um somado a base teórica fornecida por suas escolas de acordo com suas respectivas séries.

Os entrevistados dos jazigos fossilíferos da Chapada do Araripe, em Pernambuco, região nordeste apresentaram interpretações semelhantes em relação aos fósseis encontrados em seu cotidiano. Sendo perceptível um discurso de âmbito mais popular do que seguindo uma retórica escolar. Nos anexos 2 e 3 procurou-se elencar os termos utilizados em comum pelos entrevistados.

É perceptível que num contexto regional a cultura do dia a dia acaba muitas vezes eclipsando o aprendizado na escola, pois mesmo sendo uma área de interesse científico e econômico, muitos professores não são devidamente orientados e esses valores culturais locais acabam sendo tratados por seus moradores de maneira relativamente simplificada e equivocada.

Em relação aos entrevistados do Município de Mata no Rio Grande do Sul, região sul do país, estando dentro de outra realidade sócio-cultural, quando comparada com o nordeste, ficou evidente que mesmo se tratando também de uma área portadora de jazigos fossilíferos, o conhecimento dos entrevistados é balizado, principalmente pela escola. Os níveis das respostas direcionadas ao entrevistador foram muitas vezes coerentes. Assim como aconteceu com os entrevistados da região da Chapada do Araripe, os jovens entrevistados da cidade de Mata apresentam termos que reflete na sua maioria, embasamento escolar.

Esses mesmos jovens moradores das áreas formadas por jazigos fossilíferos, cuja renda de suas cidades dependem direta e indiretamente das minas e dos fósseis presentes, recebem informações sobre os mesmos nas escolas em quase todas as séries como mencionado nas entrevistas. Ficando evidente que mesmo esses alunos convivendo com elementos de importância geológica, não se diferenciam tanto dos alunos de regiões não portadoras de jazigos fossilíferos como os grandes centros urbanos. Afinal, segundo as entrevistas a concepção de tempo profundo ou geológico continua sendo abstrata do ponto de vista cognitivo, ou seja, ocorrem os mesmos problemas de interpretação quanto à magnitude temporal diagnosticada nos livros didáticos.

As entrevistas revelaram marcantes semelhanças entre as interpretações relatadas pelos entrevistados dos jazigos fossilíferos com as interpretações relatadas pelos antigos investigadores dos séculos XVIII e XIX. Uma vez que o desconhecimento do tempo profundo ou geológico no passado se limitara ao questionamento da idade dos fósseis e dos espessos pacotes de rochas sedimentares sobrepostos e distribuídos horizontalmente por vários quilômetros.

É notório que os entrevistados revelaram interpretações imediatistas relacionadas à natureza dos fósseis, associando-os a conceitos criacionista e catastrofista. Ressaltando a concepção de um dilúvio universal bíblico cujo material fossilífero é prova irrefutável do

mesmo, demonstrando as mesmas concepções de séculos atrás, que tanto ressaltou a escola netunista de Wegner.

As entrevistas revelaram ainda conceitos pouco questionáveis por parte dos entrevistados quanto aos aspectos dimensionais cognitivos, onde o tempo geológico aparece de maneira evasiva e de pouco interesse. Por isso questionamos até que ponto a escola influenciou o modo de pensar destes jovens entrevistados, uma vez que estes receberam informações pertinentes relacionadas aos fósseis e a natureza destas regiões.

Ressaltamos ainda que as entrevistas possibilitaram resgatar algumas concepções empíricas revividas similarmente aos séculos passados, ressaltando uma visão científica-religiosa-filosófica única. Apesar das questões criacionistas e catastrofistas observadas, foi possível perceber comparações elencadas pelos entrevistados ao distinguirem os fósseis de organismos atuais, comparando-os através de estruturas morfológicas similares e distintas como num verdadeiro exercício uniformitarista.

É evidente que a concepção temporal envolvendo escalas dimensionais de grande magnitude pouco contribui para a compreensão daquela realidade vivida pelos entrevistados, e apenas os objetos isolados em si como os fósseis pouco auxiliaram na construção de tal concepção, da mesma forma como ocorreram dificuldades semelhantes diante das colunas geológicas mal elaboradas e possivelmente mal estudadas nos livros didáticos.

É oportuno mencionar que diante de interpretações tão equivocadas e imediatistas dos entrevistados, respeitando as faixas etárias e o nível cultural, voltamos a mencionar que a visão dos mesmos em relação aos aspectos da natureza pretérita da região é quase que superficial, mesmo ao relatar números da ordem de milhões de anos. Apesar das interpretações sintéticas temporais existe uma ruptura cognitiva entre longevidade de tempo e a concepção de eventos recentes, onde foram verificadas inúmeras contradições temporais de contemporaneidade entre homens e a biota antes de se fossilizar.

Obedecendo há um modelo que exige de imediato interpretações de ordem explícita com alicerce teórico muito bem fundamentado, foi necessário muito tempo na elaboração da coluna geológica segundo distintos critérios sérios. Com o advento da datação absoluta que ocorreu no início do século XX e diante do consenso e aceitação deste método por parte de pesquisadores do mundo todo, ficou evidente que o planeta era mais velho do que

se supunha, confirmando o que alguns geólogos já admitiam. O extenso tempo gasto por especialistas na elaboração de uma coluna geológica imprecisa e influenciados por uma cultura embasada em mitos criacionistas e catastrofistas, superaram as limitações temporais e imediatistas da natureza, através das datações absolutas por radioisótopos.

Em poucos anos solucionou-se o que há séculos se procurou estabelecer ao desenvolver uma nova filosofia científica – temporal com as datações absolutas. Cada vez mais precisa devido as constantes calibrações decorrentes de novas técnicas de medições, e com o uso de diferentes aplicações isotópicas aplicadas em rochas de idades diferentes.

Compreender a construção da coluna geológica e a história do seu desenvolvimento poderia contribuir melhor para o seu aprendizado, valorizando ainda mais os conteúdos dos livros didáticos. Uma vez que é comum por parte dos autores apresentar as colunas de maneira sintética, sem explicações sobre os significados das nomenclaturas presentes, como também a ausência de um método cognitivo ideal para melhor compreensão a respeito do tempo geológico em escalas numéricas (bilhões ou milhões de anos).

Charles Darwin demonstrou que a evolução dependia de mecanismos como a seleção natural, e o mesmo necessitava de uma longevidade de tempo muito longa para que as espécies fossem formadas e deixassem novos descendentes à medida que poucas sobrevivessem. É perceptível que a construção dimensional da coluna geológica em particular, retrata um fascinante capítulo na história e filosofia da ciência através de naturalistas eméritos.

A noção de tempo geológico ou profundo é superficial para muitas pessoas como ficou evidente com a maioria dos entrevistados, e os professores e alunos do ensino fundamental e médio de regiões distantes de jazigos fossilíferos não são tão diferentes diante do complexo conceito. Quando um professor do ensino médio de biologia, por exemplo, em sala de aula, tenta ministrar o conteúdo relacionado com evolução e a história da Terra, depara-se com a escala do tempo geológico no respectivo livro didático, exibindo as características unidades de tempo da ordem de milhões a bilhões de anos, o que acaba gerando na maioria das vezes, dificuldades de interpretação para o próprio docente. Este por sua vez, terá sérias dificuldades metodológicas de ensinar e explorar devidamente as escalas apresentadas, contribuindo ainda mais para dificultar o seu propósito cognitivo de aprendizado para seus alunos.

Em KRASILCHIK (2004) o conceito relacionado ao **cognitivismo** engloba teorias que dão ênfase aos processos mentais dificilmente observáveis, enfatizando a possibilidade do aluno adquirir e organizar informações.

A partir do trabalho e da metodologia dos cognitivistas, desenvolveram-se outras linhas de pesquisa e teorias para explicar como os alunos adquirem, interpretam e usam informações construindo o conhecimento. Essa idéia básica de vertente de análise do aprendizado denominada “**construtivismo**”, que admite ser o conhecimento edificado pela própria pessoa, e, portanto não é transmitido nem revelado (Castro, 1995 *in* KRASILCHIK, 2004).

Nos cursos superiores de graduação em Ciências Biológicas, a disciplina de Geologia é ministrada de maneira sintética, e mesmo quando é oferecida a disciplina de Evolução e raramente a de Paleontologia, os professores responsáveis não se aprofundam nos estudos de tempo geológico e da coluna geológica, sendo esta geralmente citada de maneira superficial, não sendo explicado o significado histórico de sua construção, por desconhecimento na maioria das vezes.

Na tentativa de interpretar ao longo dos séculos a história da Terra, o tempo geológico sempre foi calibrado por eventos geológicos e biológicos, organizados através de macro-divisões denominadas Eons, Eras, Períodos, Sistemas ou Andares. Essa nomenclatura aplicada em âmbito científico internacional é bastante utilizada na organização desse tempo, e conseqüentemente retrata características geográficas e geológicas locais, como também a própria evolução orgânica.

Sintetizar elevado número de informações geológicas e paleontológicas que se modificam e se somam a cada ano, e transferi-las para a educação formal, resulta em inúmeras dificuldades de relevo para sua aprendizagem. Principalmente por tratar-se de conceitos de ordem cognitiva profunda, enfrentados por professores e alunos na sala de aula, com a utilização de materiais didáticos que por si só tornam-se deficientes quanto à cultura da interpretação da própria coluna geológica. A compreensão do tempo geológico é fundamental para entender os mecanismos que regem a evolução orgânica e as modificações intrínsecas e extrínsecas do planeta Terra.

Como mencionado a compreensão do tempo profundo ou geológico é vital para se entender as significativas mudanças biológicas, evidenciando-se a necessidade de se

trabalhar com uma coluna que contemple parte dos principais eventos, como uma notória percepção de escala comparativa. Onde se tem verificado contrastes dimensionais que acabam dificultando o aprendizado cognitivo dos processos em apreço, como as representações gráficas dos *eons* Arqueano, Proterozóico e Fanerozóico.

As colunas geológicas dos livros didáticos analisados nesta tese são exemplos comuns de colunas que revelam de maneira semelhante, uma grande heterogeneidade de padrões, com desatualizações permanentes, escalas gráficas desproporcionais, ilustrações precárias, frases confusas e sobrepostas. É transparente o desconhecimento também por parte desses autores da existência de uma escala oficial, aplicada cientificamente em âmbito internacional, e constantemente revisada e atualizada por um órgão internacional como a IUGS.

O Pré-Cambriano (*eons* Arqueozóico e Proterozóico) que representa cerca de 4,0 B. a. ou aproximadamente 85% do tempo geológico ou da história da Terra, marca a formação do planeta, o resfriamento da crosta, a formação da atmosfera primitiva e seus oceanos; como o aparecimento dos primeiros organismos há cerca de 3,8 B. a., retratando a importância deste longo intervalo de tempo. Ao se recorrer para uma Ciência Neutra, verifica-se dimensionalmente que o Pré-Cambriano é o intervalo de tempo mais importante para a história da Terra, refletindo indiretamente e de forma fragmentada a origem do sistema solar. Afinal estes eons são considerados até o momento modelos únicos para se entender a formação e evolução de planetas e satélites naturais como a possível origem, evolução e presença de formas de vida nos mesmos.

A grande maioria dos autores, infelizmente, não procuram representar graficamente em seus livros didáticos, o Pré-Cambriano com as devidas dimensões e merecidos créditos, não ressaltando sua importância acima descrita devido em princípio ao total desconhecimento interdisciplinar quanto às lentas mudanças físicas, químicas e biológicas ocorridas neste mega intervalo de tempo.

É importante ressaltar que a representação gráfica reduzida (vertical ou horizontal) do Pré-Cambriano em relação à macro representação do Eon Fanerozóico, não é totalmente errada, desde que os autores de LDs mencionem a diminuição intensional ou proposital da escala ou até mesmo a sua omissão.

Ao contrário dos *eons* Arqueozóico e Proterozóico (Pré-Cambriano), o Eon Fanerozóico é exibido por esses mesmos autores, graficamente, por uma ampla escala vertical ou horizontal. O Fanerozóico que se inicia há 542 M. a., estende-se até o período atual (Holoceno) (Tabelas 2 e 16), sendo destacado devido ao surgimento dos filos de “invertebrados” e “cordados” durante este intervalo (Era Paleozóica). Assim como os registros dos eventos geológicos relacionados à deriva continental, muito bem documentados por sinal; torna-se evidente e tentador que os autores procurem ressaltar esses eventos de maneira mais expressiva. A própria Era Mesozóica é destacada nas colunas geológicas amplamente, devido à origem dos “dinossauros” (ordens Saurischia e Ornithischia), ressaltando um subjetivo e perigoso grau de importância e relevo. Esta *era* apresentou outros eventos importantes e de ampla magnitude, os quais não são apontados nesta tese, e de uma maneira geral, a valorização desta *era* também contribui para eclipsar o Pré-Cambriano.

Comparado com a Era Mesozóica verifica-se que a Era Cenozóica exhibe contrastes de diversidade biológica, destacando o aparecimento dos primeiros homínídeos. A irradiação que os mamíferos sofreram nos últimos 65 milhões de anos depois do declínio e extinção dos últimos dinossauros, e os eventos orogênicos ocorridos (Elevação das cordilheiras dos Andes, do Himalaia, etc), é notório o destaque que os autores de (LDs) atribuem às colunas geológicas por eles elaboradas. Esse contraste dimensional entre o Cenozóico e as demais eras torna-se confuso, deixando professores, alunos e leitores em geral sem um padrão real de referência aos eventos pretéritos ocorridos, principalmente quanto à demarcação do tempo. A escala gráfica para a Era Cenozóica é muitas vezes maior do que a do próprio intervalo Pré-Cambriano, eclipsando também ainda mais esta fase da história geológica da Terra.

Percebem-se dois contrastes significativos em relação aos tratamentos gráficos dos *eons* apresentados, evidenciando uma verdadeira ocultação de eventos, os quais são representadas por modelos de macro importâncias e talvez pela aproximação com a visão humana deste “recente passado”.

Tem-se constatado uma divergência numérica significativa em alguns livros de Geologia, Astronomia e Biologia, assim como nos livros didáticos com referência à idade radiométrica absoluta do Planeta Terra. Tomando-se como referência às datações

radiométricas de radioisótopos obtidas em meteoritos e rochas lunares, observa-se que muitos autores têm adotado, atemporalmente, 4,5 e outros 4,6 bilhões de anos (4,62 B. a. é a idade mais precisa). Não havendo um consenso normativo, reflete-se ocorrência de flutuações de fontes bibliográficas imprecisas, assim como um verdadeiro desconhecimento sobre noções de geocronologia por parte dos autores.

As nomenclaturas cronoestratigráficas envolvidas nas colunas geológicas (Arqueozóico, Cambriano, Santoniano, etc.), representam as regiões originais onde foram encontrados e descritos os primeiros fósseis, sendo estes posteriormente adotados como referência de espaço e de tempo para a construção da coluna geológica.

Como citado nas análises das colunas geológicas extraídas dos livros didáticos, ocorreram recentemente algumas modificações pela IUGS, como a extinção dos termos Terciário e Quaternário, os quais ainda eram resquícios da coluna geológica dos séculos XVIII, XIX, XX e início do XXI, seqüenciado a antiga Era Primária (atual Paleozóica) e antiga Secundária (atual Mesozóica). Como revelado, os autores dos livros didáticos, principalmente de biologia, ainda insistem em utilizar estes termos que há muito foram abandonados (Primário e Secundário).

Muitas propostas foram apresentadas há várias décadas ressaltando a importância do ensino de geociências nos ensinos (fundamental e médio), com propostas bem embasadas que com certeza contribuiriam bastante em relação aos tópicos discutidos nesta tese. Temos um exemplo desta proposta em FRANCO (1966), RÜEGG, N. R. & ROCHA-CAMPOS (1966) e INVESTIGANDO A TERRA (1981).

É preciso refletir muito bem sobre estes conceitos ou contra-sensos, pois o mesmo livro didático de biologia que traz questões atualizadas e modernas sobre biotecnologia, como aplicações do DNA, melhoramentos genéticos e clonagem, e problemas atuais de impacto e conservação ambiental; apresenta ainda conceitos extremamente desatualizados como nomenclaturas cronoestratigráficas dos séculos XVIII e XIX. Se a maioria das colunas geológicas apresenta tais problemas citados, é possível que, em média, uma fração significativa dos demais tópicos apresentados nos volumes dos livros didáticos, também estejam comprometidos com respectivos erros e desatualizações específicas de cada área.

É conhecido o fato que muitos autores procurem informações a partir de outros livros didáticos de anos anteriores, e também elaborados por outros autores caracterizando

o mesmo comportamento de pesquisa repetitiva. Também extraindo informações de livros técnicos desatualizados e com erros conceituais, além da própria Internet, que infelizmente, não é consultada na maioria das vezes, em páginas de instituições sérias de âmbito nacional e internacional, pontuada por inúmeros sites nada confiáveis, desatualizados e que não ficam muito tempo expostos na rede. Os autores na maioria das vezes, também não tem o senso crítico para perceber erros e desatualizações pertinentes. Estando muitas vezes mais preocupados com as ilustrações do que com o próprio conteúdo, comprometendo às vezes todo o trabalho.

Um exemplo característico encontra-se na recente tradução de STEARNS & HOEKSTRA (2003), cuja coluna geológica (Anexos 8.4 e 8.5) encontra-se com as eras e os períodos mais antigos representados a partir do topo da coluna e não da base como o correto, e a nomenclatura esta desatualizada. O interessante neste caso é que os autores citam a IUGS, porém, aparentemente não devem conhecer as normas que regulam sua construção e nem o princípio da sobreposição, cujos eventos mais antigos encontram-se preservados abaixo dos mais novos (verticalmente).

Este é um exemplo de livro de ensino superior que apresenta erros conceituais, e os autores de livros didáticos, muitas vezes, acabam consultando-os com plena confiança pois se trata de uma obra recente traduzida, utilizada em cursos de graduação e pós-graduação de Ciências Biológicas, enfocando a *Evolução*, o que acaba contribuindo para propagar mais erros conceituais que poderão ser transferidos para possíveis (LDs).

Só para fins de registro, as primeiras pesquisas que investigam as concepções de evolução foram realizadas por Deadman (1976) e Deadman & Kelly (1978) in SANTOS (2002). Nelas os autores indicaram que os alunos já possuíam explicações sobre alguns eventos evolutivos antes que fosse tratado formalmente na escola.

Foram observados outros exemplos de erros semelhantes como numa obra de paleontologia e evolução, tendo como paralelos à história da vida na Terra e de organismos descendentes atuais, ressaltando o conceito de “fóssil vivo”. Neste caso o autor também expõe a coluna geológica com as eras e períodos iniciando-se no topo da coluna (anexo 8.6) WEIDENSAUL (1992). Este exemplo também ocorre com outra coluna (anexo 8.7) apresentada em BLOUNT & CROWLEY (2003), que reconstitui a história geológica da vida com textos e ilustrações muito ricas e didáticas. Também são visíveis erros

conceituais na coluna do anexo (8.8), com a utilização dos termos Terciário e Quaternário, numa obra de referência para a formação também de professores de biologia, como RUPPERT *et al* (2005), recentemente traduzida e publicada no Brasil, e editada originalmente nos Estados Unidos no ano de 2004, quando ocorre a última mudança de nomenclatura cronoestratigráfica pela IUGS.

Segundo POPPER (2003) uma teoria para ser considerada científica é passível de ser refutada. E para que seja considerada uma “ciência normal” significa que a pesquisa seja firmemente baseada em uma ou mais realizações científicas passadas. Essas realizações são reconhecidas durante algum tempo por alguma comunidade científica específica como proporcionando os fundamentos para sua prática posterior. Embora raramente na sua forma original, hoje em dia essas realizações são relatadas pelos manuais científicos elementares e avançados (KUHN, 2003).

A impressão que fica é que mesmo existindo normas favoráveis para elaboração de uma “simples” coluna geológica, por exemplo, os mesmos princípios exaltados pela Filosofia da Ciência, perdem-se quando é repassado adiante como instrumento de educação ou mesmo divulgação científica. Depara-se, evidentemente, num problema estrutural de ética bipolar, envolvendo quem produz informações, encontrando-se tão deslocado culturalmente quanto o próprio receptor destas mesmas informações. Diante destes paradigmas, o livro didático torna-se o mais frágil elo ou ponte superficial expoente do conhecimento científico sintético, contribuindo para sua saliência ou falência.

Na concepção de DELIZOICOV *et al* (2002) o livro didático (LD) é ainda bastante consensual na maioria das salas de aula, e continua prevalecendo como principal instrumento de trabalho do professor, embasando significativamente a prática docente. Sendo ou não intensamente usado pelos alunos, é seguramente a principal referência da grande maioria dos professores. Pesquisas realizadas sobre o LD desde a década de 70 têm, contudo, apontado para suas deficiências e limitações, implicando um movimento que culminou com a avaliação institucional, a partir de 1994, dos LDs distribuídos nas escolas públicas pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD).

De acordo com BIZZO (2002) o livro didático no Brasil tem sido apontado como o grande vilão do ensino. Diante dos grandes problemas educacionais, dos Parâmetros Curriculares Nacionais e do baixo desempenho dos alunos em testes padronizados, muitos

educadores apontam o LD como o grande obstáculo a impedir mudanças significativas nas salas de aula. Alguns chegam a afirmar que ele deve ser simplesmente retirado do alcance do professor para que as mudanças possam de fato ocorrer. Evidencia-se um verdadeiro exagero. A realidade educacional brasileira possui características muito diversificadas, que rendem a qualquer afirmação genérica e taxativa um ar artificial e retórico. No entanto, não seria descabido afirmar que a formação dos professores no Brasil dificilmente figura entre as prioridades do sistema universitário, principalmente quando se refere ao sistema público.

Como discutido por BIZZO (1986) em relação aos erros conceituais descritos nos livros didáticos de Ciências, por exemplo, evidencia-se verdadeira displicência na pesquisa, na busca e na veiculação de informação correta. Devendo também ser levada em consideração a valorização da experiência do aluno, através do próprio conhecimento que ele traz.

Admite-se que todo aluno já possui um acervo de conhecimento e que muitas palavras diferentes são usadas para identificar e interpretar esse acervo: idéias, crenças, significados, concepções, estruturas qualificadas como erradas, alternativas, pessoais, intuitivas, ingênuas, espontâneas, infantis (Gunstone, 1998 *in* KRASILCHIK, 2004). Essas expressões, com frequência pressupõem que os alunos já trazem para a sala de aula idéias próprias, mas inadequadas, que influem fundamentalmente e criam dificuldades não só no aprendizado do conteúdo, mas também no de habilidades como a de observações, tão essencial em biologia KRASILCHIK (2004).

Autores apontaram seis aspectos importantes a considerar numa visão construtivista de aprendizagem, dos quais o primeiro deles é fundamental e todos os outros dele decorrem (Driver, 1986 *in* KRASILCHIK, 2004):

1. os resultados da aprendizagem dependem não só do ensino ministrado mas dos objetivos, das motivações e dos conhecimentos que o aluno traz para a escola;
2. o aprendizado envolve a construção de significados por cada um dos alunos;
3. a construção de tais significados depende de uma atividade contínua

4. uma vez construídos os significados, cada aluno faz sua avaliação e os aceita ou rejeita. Evidências indicam que muitos alunos aceitam certos significados apenas para usar na escola, nas aulas e nas provas, mas que não são usados para interpretar o mundo no seu dia-a-dia;
5. a responsabilidade do aprendizado é dos estudantes, ou seja, deles depende a atenção dada à tarefa de construir e avaliar determinadas idéias;
6. é possível identificar regularidades nos significados construídos pelos alunos.

Para BACHELARD (2001) essas regularidades, muitas vezes, têm semelhanças com o desenvolvimento ao se considerar os valores intrínsecos acima descritos e é importante saber que quando se procuram as condições psicológicas do progresso da ciência, logo se chega à convicção de que é em termos de obstáculos que o problema do conhecimento científico deve ser colocado. E não se trata de considerar obstáculos externos, como a complexidade e a fugacidade dos fenômenos, nem de incriminar a fragilidade dos sentidos e do espírito humano: é no âmago do próprio ato de conhecer que aparecem, por uma espécie de imperativo funcional, lentidões e conflitos. O conhecimento do real é luz que sempre projeta nas sombras ... O real nunca é “o que se pode achar” mas é sempre o que se deveria ter pensado. O pensamento empírico torna-se claro *depois*, quando o conjunto de argumentos fica estabelecido. Ao retomar um passado cheio de erros, encontra-se a verdade num autêntico arrependimento intelectual. No fundo, o ato de conhecer dá-se *contra* um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos ... (BACHELARD, 2001).

O conceito de tempo geológico pressupõe obrigatoriamente uma noção de longevidade temporal e de mudanças ocorridas, e em termos de raciocínio geológico lógico sugere-se a importância de se compreender as seqüências de transformações, que definidas por Montagner (1996) *in* DODIK & ORION (2003) correspondem ao:

1. *Conhecimento empírico*: Conhecimento empírico por exemplo, é derivado das transformações da experiência pessoal como também da influência das representações específicas;
2. *Conhecimento organizacional*: este inclui uma compreensão das dimensões (números, espaço e tempo) como relações casuais;

Segundo DODIK & ORION (2003), em geologia os princípios lógicos, incluem superposição, correlação e horizontalidade original, dos quais todos são baseados em três dimensões e encontram-se relacionados aos estratos rochosos, que são os utilizados junto aos fósseis para determinar a organização temporal. Essa lógica temporal se apropria das modificações orgânicas sofridas pelos organismos e isto demanda de “tempo profundo” (DODIK & ORION, 2003), como também já afirmava Charles Darwin (Darwin, 1982).

A evolução da ciência que se efetuara durante o século XIX de maneira senão distante, ao menos “desligada” da aplicação industrial, sofreu importantíssima influência: a ciência aplicada, melhor ainda, a *técnica* que parte para a conquista do mundo material a fim de sujeitá-lo ao homem, aplica a um objeto os mesmos métodos de princípio e não se separa, portanto na sua *démarche* da ciência pura. Na criação científica, *não há* diferença entre ciência pura e ciência aplicada. Ora o desenvolvimento de objetivos novos – aliás, recentes – provoca mudanças na forma dessa evolução em cujo primeiro plano cumpre colocar o indivíduo humano (MOLES, 1998).

Os entrevistados encontravam-se na fase escolar do ensino fundamental, pois já cursaram ou ainda estavam cursando as matérias de Ciências e Geografia. O tempo geológico raramente é tratado na matéria de ciências que enfoca inicialmente os materiais terrestres como rochas e minerais, e dificilmente a coluna geológica é apresentada nos livros didáticos de ciências, e quando é exibida encontra-se extremamente simplificada e reduzida do ponto de vista gráfico.

A matéria de geografia, geralmente tratada na 5ª série aborda os materiais terrestres com maior grau de aprofundamento, pontuando o intemperismo e a erosão sobre os materiais terrestres (rochas e minerais), trazendo questões sobre transformações do relevo e formação de solos. Tratando de maneira mais detalhada ainda, os conceitos de tempo

geológico (colunas 12 a 17 dos livros didáticos) assim como as mudanças envolvidas na bióta, além de outros tópicos abordados ligados à atmosfera, hidrosfera e espaço.

Justifica-se a utilização dos livros didáticos de geografia de 5ª série nesta tese, pela sua abordagem mais profunda, independente da competência do professor, possibilitando ao aluno melhor interpretação cognitiva do conceito de tempo geológico neste estágio escolar mais basal. Infelizmente, é gritante e significativa a ruptura de tais conceitos devido a pobre abordagem do tema que estes mesmos alunos terão no futuro no ensino médio, quando cursarem a matéria de Biologia, por exemplo, ao estudarem evolução.

Como já foi discutido, o conceito de tempo geológico é tratado superficialmente, ao contrário do ensino de Geografia na 5ª série, o que pouco contribuiria para o contínuo aprendizado por parte destes mesmos alunos entrevistados ou não. Afinal, quando estes mesmos alunos estiverem no ensino médio, teoricamente deveriam entender melhor essa abordagem, por já terem estudado estes tópicos. Mas sabe-se que quanto a esta seqüência toda a problemática envolvida e discutida quanto ao tempo geológico, irá descaracterizá-lo em tal aprendizado, deixando definitivamente vago toda hierarquia cognitiva da realidade destes alunos.

As análises pertinentes às colunas geológicas dos livros didáticos revelaram significativas frações da deficiência do material exposto, podendo até contribuir para o aumento de falsos dogmas culturais e religiosos, com respeito à origem súbita e recentes da Terra e das formas orgânicas presentes. A responsabilidade, de uma certa forma é de todos os envolvidos com a metodologia do ensino de Ciências, Biologia, Matemática, etc, havendo a necessidade urgente de tratar cada tópico com mais rigor e precisão dentro de cada matéria abordada nos livros didáticos. Buscando as informações constantemente para a elaboração dos respectivos livros, e por que não, talvez, formar um grande banco de dados de cada área constantemente atualizado e revisado.

Questões epistemológicas sobre a natureza do conhecimento e falsas crenças, preconceitos, devem gerar muitas questões controversas fundamentais, que podem comprometer a pesquisa e a prática do ensino de ciências e, portanto o seu aprendizado (SOUTHERLAND, *et al.*, 2001).

Para o ensino específico do tempo geológico, com abordagem da coluna geológica é necessário o uso de metodologias diferenciadas que utilizem modelos didáticos

comparativos de referência. Além da confecção de escalas de tempo geológico proporcionais, atualizadas e se possível bem explicativas, o uso de fitas de bobina de papel de máquina de somar, de 5 e 50 metros, em uso até por alguns docentes, representando os quase 4,6 B. a. da Terra, com a referência de que, para cada 1,0cm equivale a 1 milhão de anos, torna-se um modelo de baixo custo, onde cada aluno ou mesmo em grupo, possa fazer o exercício gráfico dimensional de tempo.

O Brasil por se tratar de um país de grandes dimensões apresenta realidades sócio-culturais diferenciadas, e nas últimas décadas tenta-se caracterizar os cursos de nível superior para suas características regionais e sociais. Entretanto como mencionado, existem conceitos básicos que devem ser obrigatoriamente abordados de forma homogênea. Facilitando assim o desenvolvimento de conceitos mais complexos de ordem cognitiva, como por exemplo, a aplicação de números temporais de grandes magnitudes como milhões e bilhões de anos, e compreender melhor as mudanças relativas aos processos de seleção natural e das mutações cumulativas, assim como tantos outros conceitos.

Muitos professores desconhecem este simples método de registrar o tempo, (bobina de papel) demonstrando este ser uma alternativa cognitiva, que deveria ser sugerida junto aos livros didáticos que abordem o tempo geológico. Assim como outros exemplos comparativos, como a equivalência do tempo geológico para um ano do calendário gregoriano. Este exemplo pode ser muito bem utilizado nos LDs, tendo como modelo comparativo o tempo geológico descrito secundariamente por Sagan (1978), o qual através de um exercício muito interessante menciona que o mundo é muito velho e os seres humanos, muito recentes. Os acontecimentos em nossas vidas pessoais são medidos em anos ou em unidades ainda menores; nossa vida, em décadas; nossa genealogia familiar; em séculos; e toda história registrada, em milênios. Contudo, fomos precedidos por uma apavorante perspectiva de tempo, estendendo-se a partir de períodos incrivelmente longos do passado, a respeito dos quais poucos sabem – tanto por existirem registros quanto pela real dificuldade de conceber a imensidade dos intervalos compreendidos..

Mesmo assim, é possível localizar no tempo os acontecimentos do passado remoto. A estratificação geológica e a datação relativa proporcionam informação quanto aos eventos arqueológicos, paleontológicos e geológicos. Assim comprimam-se, por exemplo, todos os 4,6 bilhões de anos de tempo geológico decorrido em um só ano. Nesta escala, as

rochas mais antigas reconhecidas datam de março. Os seres vivos apareceram inicialmente nos mares, em maio. As plantas e animais terrestres surgiram no final de novembro e os pântanos, amplamente espalhados que formariam os depósitos de carvão pensilvanianos, floresceram durante cerca de quatro dias no início de dezembro. Os dinossauros dominaram nos meados de dezembro, mas desapareceram no dia 26, mais ou menos na época que as montanhas rochosas se elevaram inicialmente. Criaturas humanóides apareceram em algum momento na noite de 31 de dezembro, e as mais recentes capas de gelo continentais começaram a regredir da área dos Grandes Lagos e do norte da Europa a cerca de 1 minuto e 15 segundos antes da meia noite do dia 31. Roma governou o mundo ocidental por 5 segundos, das 11 h: 59m: 45s até 11h: 59m: 50s. Colombo descobriu a América 3 segundos antes da meia noite, e a ciência da geologia nasceu com os escritos de James Hutton exatamente há pouco mais que 1 segundo antes do final de nosso movimentado ano dos anos.

As entrevistas por si só revelaram uma noção de tempo pelos entrevistados bastante subjetivo, independente da faixa etária e do contraste cultural. Parte-se do princípio que grandes escalas de tempo tornam-se muitas vezes incompreensíveis pela própria imaterialidade do tempo.

Segundo BRAUDEL (1985) todo trabalho histórico decompõe o tempo passado e escolhem as suas realidades cronológicas, segundo preferências e exclusões mais ou menos conscientes. A história tradicional, atenta ao tempo breve, ao indivíduo e ao acontecimento, onde habituou-se desde há muito à sua narração precipitada, dramática, de pouco fôlego. O tempo social é, simplesmente, uma dimensão particular de uma determinada realidade social que se contempla. Este tempo, interior a esta realidade como poderia sê-lo a um determinado indivíduo, constitui um dos aspectos – entre outros – que aquele que reveste, uma das propriedades que a caracterizam como ser particular.

A noção de tempo é bastante subjetiva, e de acordo com WHITROW (1998) na concepção humana o sentido de tempo envolve alguma consciência da duração e também das diferenças entre passado, presente e futuro. Há indícios de que o sentido dessas distinções é uma das mais importantes faculdades mentais a distinguir o homem de outras criaturas vivas. De fato, têm-se boas razões para acreditar que todos os animais, exceto o homem, vivem num contínuo presente.

Procurou-se tratar de maneira direta e indireta o conceito de tempo geológico, através de duas metodologias distintas, porém relacionadas atemporalmente. Como visto, antes da abordagem principal, demonstrou-se de maneira bastante sintética marcos da História da Ciência, com o resumo das concepções envolvidas dos marcos históricos, científicos e filosóficos, como os ilustres personagens envolvidos, responsáveis pela interpretação e construção da escala do tempo geológico nos últimos séculos.

Esta sintética base teórica permitiu a análise de colunas geológicas extraídas dos livros didáticos, revelando problemas conceituais, estruturais, normativos e de interpretação. Demonstrando verdadeira homogeneidade quanto às dificuldades envolvidas no aprendizado e o real propósito das colunas geológicas apresentadas.

É transparente que a concepção de tempo é extremamente subjetiva e imaterial, ainda mais se tratando de um passado tão longínquo representado apenas por uma escala aparentemente padrão, e pouco compreensível por alunos, professores e os próprios autores envolvidos com o livro didático. Detectaram-se vários problemas de ordem metodológica, em disciplinas ou matérias e séries escolares diferentes, evidenciando uma problemática a ser rigorosamente revista.

Os autores dos livros didáticos relacionados com esta temática demonstraram um alto grau de superficialidade em relação ao tema, sendo sugerido uma síntese histórica sobre a construção da coluna geológica, e se possível o significado da nomenclatura exposta. As figuras esquematizadas de eventos geológicos somados aos organismos devem também compor a coluna geológica, enriquecendo o conteúdo de maneira ilustrada e despertando o interesse dos estudantes pelo tema. Afinal, estimular é também um dos objetivos principais dos educadores.

Recapitulando alguns diagnósticos dos resultados das entrevistas pontuadas pelos jovens moradores dos jazigos fossilíferos, ficou claro as inúmeras dificuldades de percepção temporal e de quantificação numérica. Dentro de um enfoque construtivista todas as fases trabalhadas (escolar e entrevistas) revelaram linhas tênues de transição. A grande maioria dos jovens estudantes entrevistados de alguma forma ou de outra, estudaram o tempo geológico no ensino fundamental de geografia da 5ª série como já mencionado, pelo menos é o que se deduz respeitando a cronologia escolar. E que num “mesmo futuro

escolar”, deveriam rever o conceito de tempo geológico, de uma maneira mais sintética no ensino médio, quando estes fossem estudar o capítulo de *evolução* em biologia.

Pode-se verificar que mesmo os estudantes dos jazigos fossilíferos entrevistados, tendo noções de tempo geológico na escola e convivendo com fósseis e outros elementos no seu ambiente e cotidiano, revelaram que pouco compreendem a respeito da quantificação e da profundidade do tempo profundo em questão.

Mesmo ainda que muitos educadores sejam extremistas em querer abolir o livro didático, de uma maneira heterogênea ou não, o LD torna-se um eixo importante para os professores mesmo com deficiências quanto a sua formação superior, além dos contextos mal trabalhados junto aos livros didáticos pelos autores, em fornecerem elementos mínimos para se tentar compreender melhor o tempo geológico e outros conceitos importantes.

Capítulo 7 – Referências bibliográficas

- AGER, D. 1995. **The New Catastrophism. The importance of the rare event in geological history.** Cambridge University Press. Cambridge, 231 p.
- ALLABY, A. & ALLABY, M. 1996. **Concise Dictionary of Earth Sciences.** Oxford University Press. Oxford, 410 p.
- BACHELARD, G. 2001. **A Formação do Espírito Científico.** Contraponto Ed. 3^a ed. RJ, 14 p.
- BLEEKER, W. 2004. **Toward a “natural” Precambrian Time Scale.** A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 141 – 146, 589p.
- BIZZO, N.M. V.1996. **Graves erros conceituais nos livros didáticos de Ciências.** Ciência Hoje. RJ, v. 21, nº. 121, p.26-35.
- BIZZO, N.M. V.2002a. **Ciência: fácil ou difícil?** Editora Ática. 2^a Edição. São Paulo. 144p.
- BIZZO, N.M.V. 2002b. **Darwin: Do telhado das Américas à Teoria da Evolução.** Odysseus. SP, 229 p.
- BLOUNT, K. & CROWLEY, M. 2003. **Encyclopedia of Dinosaurs & Prehistoric Life.** A Dorling Kindersley Book. London, 376p.
- BOTTING, D. 1985. **Humboldt y el Cosmos.** Vida, obra y viajes de un hombre universal (1769-1859). Ediciones del Serbal. Barcelona, 264 p.
- BRAGA, M; GUERRA, A. e REIS, J. C. 2004. **Breve história da ciência moderna.**

Vol.2. Das máquinas do mundona ao universo-máquina (séc. XV a XVII).
Jorge Zahar Editor. RJ, 135p.

BRAUDEL, F. 1985. **História e Ciências Sociais**. Editorial Presença. 4^a Edição.
Lisboa.145ps.

BRODY, D. E & BRODY, A. R. 2002. **As sete maiores descobertas científicas da história e seus autores**. Editora Schwarcz Ltda/- Companhia das Letras. São Paulo, 436p.

BROWNE, J. 1995. **Voyaging. Charles Darwin**. Princeton University Press. New Jersey, 650 p.

BURCHFIELD, J. D.1974. **Darwin and the Dilemma of Geological Time**. ISIS 65:
300 - 21 p.

BURKHARDT, F. 1998. **As Cartas de Charles Darwin. Uma Seleta, 182 5-1859**.
Ed. Unesp. Cambridge University Press. SP, 339p.

BURNIE, D. 1997. **Dicionário Temático de Biologia**. Editora Scipione. SP, 192p.

CASSAB, R. C. T. 2000. **Paleontologia**. Editora Interciência Ltda. RJ, pgs 3–11.

CHERNICOFF, S. & VENKATAKRISHNAN. 1995. **Geology**. An Introduction to
Physical Geology .Worth Publishers. New York, 593 p.

CLOUD, P. 1988. **Oasis in Space. Earth History from the Beginning**. W. W.
Norton & Company. New York, 508 p.

COLBERT, E. H. 1985. **Wandering Lands and Animals**. The Story of continental
drift and animal populations. Dover Publications, INC., New York, 323p.

- COOPER, R. A. & SADLER, P. M. 2004. **The Ordovician Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK 165-187, 589p.
- DARWIN, C. 1982. **A Origem das Espécies**. (1859) Hemus Editora Ltda. SP, 471p
- DARWIN, C. 1995. **Voyage of Beagle**. (1839). Pinguin Classics. London, 432 p.
- DAVIDOV, V., WARLAW, B. R. & GRADSTEIN, F. M. 2004. **The Carboniferous Period. A Geologic Time Scale 2004**. Cambridge University Press. UK. 222 – 248, 589p.
- DELIZOICOV, D., ANGOTTI, J. A. & PERNAMBUCO, M. M . 2003. **Ensino de Ciências : fundamentos e métodos**. Cortez Editora. SP, 364 p.
- DENNET, C. D. 1998. **A Perigosa Idéia de Darwin**. Editora Rocco. RJ, 609 p.
- DODICK, J. T. & ORION, N. 2003. **Measuring Student Understanding of Geological Time**. Science Education 87:708-731.
- EISELEY, L. 1959. **Charles Lyell**. Scientific American. Vol. 201. Agost. 98-106.
- FAUL, H. 1978 . **A History of Geologic Time**. American Scientist, Vol. 66. p.159-165.
- FAURE, G. 1986. **Principle of Isotope Geology**. Second Edition. JohnWiley & Sons. New York, 589 p.
- FENTON & FENTON, 1989. **The Fossil Book**. New York, 740 p.
- FORMAR, 1984. **Dicionário de mineralogia e geologia ilustrado**. Edições para Ensino e Cultura. Lisboa, 301p.

- FRANCO, R. R. 1966. **O Ensino das Geociências no Curso Médio**. Ciência e Cultura. Órgão da SBPC. Vol 18, nº 2.
- FUTUYAMA, D. J 1992. **Biologia Evolutiva**. 2ª ed. Soc. Bras. de Genética.SP, 631 p.
- GOHAU, G. 1987. **História da Geologia**. Publicações Europa-América LDA. Portugal, 207 p.
- GOULD, S. J. 1991. **Seta do Tempo – Ciclo do Tempo**. Companhia das Letras. SP, 221 p.
- GOULD, S. J. 1993. **The Book of Life**. An Illustrated History of The Evolution of Life On Earth. W. W. Norton & Company. New York, 256 p.
- GOULD, S. J. 1994. **Tempo and mode in the macroevolutionary reconstruction of Darwinism**. Proc. Natl. Sci. USA. Vol. 91, pp. 6764-6771, July. Colloquium Paper.
- GRADSTEIN, F., OGG, J. & SMITH, A . 2004. **Cronostratigraphy: linking time and rock**A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK, 589p.
- HARLAND, W. B.ARMSTRONG, R. L., COX, A. V., CRAIG, L. E., SMITH. A. G. & SMITH, D. G. 2003. **A Geologic Time Scale 1989**. Cambridge University Press. New York, 263 p.
- HELLMAN, H. 1998. **Grandes Debates da Ciência**. Editora Unesp. SP, 277 p.
- HOFFMANN, J. & WEBER, B. 2003. **The Fact of Evolution: Implications for Science Education**. Science & Education 12: 729 – 760.

HOUSE, M. R. & GRADSTEIN, F. M. 2004. **A Geologic Time Scale 2004.**

Cambridge University Press. UK. 202 – 221, 589p.

HUTTON, J. 2004. **Theory of the Earth. Edinburgh (1788).** Kessinger Publishing.

51p.

INVESTIGANDO A TERRA – Guia do Professor. 1981. v. 2; adaptação para o

Brasil da Funbec. McGraw-Hill do Brasil. São Paulo, 248 p.

KRASILCHIK, M. 2004. **Prática de Ensino de Biologia.** EDUSP. 4^a Ed. SP, 197p.

KEARY, P. 1996. **Dictionary of Geology.** Penguin Books. New York, 366 p.

KUHN, T. 2003. **Estrutura das Revoluções Científicas.** Ed. Perspectiva. 7^a ed.

SP, 275 p.

LABOURIAU, M.L.S. 1994. **História Ecológica da Terra.** Ed. Edgard Blücher Ltda.

SP, 307 p.

LAPORTE, L.F. 1982. **Ambientes Antigos de Sedimentação.** Série de Textos

Básicos de Geociências. Editora Edgard Blücher. SP, 146 p.

LIMA, M.R. 1989. **Fósseis do Brasil.** Editora da Universidade de São Paulo. SP,

118p.

LOURENS, L., HILGENS, N. J., SHACKELON, J., LASKAR, J. & WILSON. 2004.,

The Neogene Period. A Geologic Time Scale. 2004. Cambridge Press. UK.

- p.

LUTERBACHER, H. P., ALI, J. R., BRINKHUIS, H., GRADSTEIN, F. M., HOOKER,

J. J., MONECHI, OGG, J. G., POWELL, J., RÖHL, U., SANFILIPPO, A. &

SCHMITZ, B. 2004. **The Paleogene Period.** A Geologic Time Scale 2004.

Cambridge University Press. UK. 384-408, 589p.

LYELL, C. 1997. **Principles of Geology**. (1830-33). Penguin Books. London, 472 p.

MAGLIOCCA, A. 1987. **Glossário de Oceanografia**. EDUSP. Nova Stella Editorial. SP, 355p.

MCLASTER, A. L. 1988. **História geológica da vida**. Ed. Edgard Blücher Ltda. SP, 174p.

MELCHIN, M. J., COOPER, R. A. & SADLER, P. M. 2004. **The Silurian Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK 188-201, 589p.

MENDES, J. C. 1984. **Elementos de Estratigrafia**. Edusp. São Paulo, 566 p.

MENDES, J. C. 1988. **Paleontologia Básica**. Edusp. São Paulo, 347 p.

MIZUSAKI, A. M. P., CARNEIRO, C. D. R. & ALMEIDA 2001. **As idades das rochas**. Ciência Hoje na Escola. SBPC. 2ª Edição. Volume 10. SP. 28-32, 76.p

MOLES, A. 1998. **A Criação Científica**. Editora Perspectiva. 3ª Edição. São Paulo, 292p.

MORAN, E. 2000. **Ciência com Consciência**. Ed. Bertrand Brasil. 4ª Edição. RJ, 344p.

MOURÃO, R. R. F. 1987. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Editora Nova Fronteira / CNPQ. RJ, 902p.

MUTCH, T. A. 1970. **A Stratigraphic View**. Princeton University Press. New Jersey, 182p.

NOMURA, H. 1984. **Dicionário de peixes do Brasil**. Editora Terra. SP.

OGG, J. G. 2004. **The Triassic Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 271-306, 589p.

OGG, J. G. 2004. **The Jurassic Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 307-343, 589p.

OGG, J. G., AGTERBERG, F. P. & GRADSTEIN, F. M. 2004. **The Cretaceous Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 344-383, 589p.

PAPAVERO, N., TEIXEIRA, D. M. & RAMOS, M. C. 1997. A **“Protogea” de G. W. Leibniz (1794)**. Uma Teoria sobre a Evolução da Terra e a Origem dos Fósseis. Ed. Plêiade. FAPESP. SP, 291 p.

PELLANT, C. 1995. **An Illustrated Guide to Fossils**. Dragon's World Book. London, 192p.

PETRI, S. & FULFARO, V. J. 1983. **Geologia do Brasil**. EDUSP. SP, 631p.

PLAYFAIR, J. 1956. **Illustrations of the Theory of the Earth. Edinburgh (1802)**. University of Illinois Press. Urbana, 528p.

POORT, J. M. & CARLSON, R. J. 1998. **Historical Geology**. Interpretations and Applications Fifth Edition. Princeton-Hall. New Jersey, 252 p.

POPP, J. H. 1998. **Geologia Geral**. LTC Editora UFPR. 5ª Edição. Curitiba, 376 p.

POPPER, R. K. 2003. **A Lógica da Pesquisa Científica**. Ed. Cultrix. 16ª ed. SP, 567p

- POUGH, F. H., HER, J. B. & MACFARLAND, W. N. 1999. **A Vida dos Vertebrados**. Atheneu Ed. 2^a ed. SP, 798 p.
- PRESS, F. & SIEVER, R. 1999. **Understanding Earth**. (With New CD-Rom). Second Edition. W. H. Freeman and Company. New York, 682 p.
- REDEFERN, R. 2000. **Origins. The evolution of continents, oceans and life**. Cassel & Co. London, 360p.
- ROBB, L. J., KNOLL, A. H., PLUMB, K. A., SHIELDS, G. A., STRAUS, H. & VEIZER, J. 2004. **The Precambrian: the Archean and Proterozoic Eons**. Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 129-140, 589p.
- ROHN, R. 2000. **O uso estratigráfico dos fósseis e tempo geológico. Paleontologia**. Editora Interciência Ltda. RJ, pgs 47 – 59.
- RONAN, C. A. 1987. **História Ilustrada da Ciência**. Da Renascença à Revolução Científica. Universidade de Cambridge. Circulo do Livro. SP. Vol. III, 161p.
- RUDWICK, M. J. S. 1988. **The Great Devonian Controversy**. The University of Chicago Press. Chicago, 494 p.
- RÚEGG, N. R. & ROCHA-CAMPOS, A. C. 1966. **O Projeto Currículo de 18, N° 2**.
- RUPPERT, E. E., FOX, R. S. & BARNES, R. D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados** Uma abordagem funcional – evolutiva. Sétima Edição. Editora Roca Ltda. SP., 1145p.
- SAGAN, C. 1978. **Os Dragões do Eden**. Francisco Alves Editora. Rio de Janeiro, **Geociências para Escolas Secundárias**. Ciência e Cultura. Órgão da SBPC. Vol. 220p.

- SALGADO-LABOURIAU, M.L. 1994. **História Ecológica da Terra**. Ed. Edgard Blücher Ltda. SP, 307 p.
- SANTOS, S. 2002. **Evolução Biológica**. Ensino e aprendizagem no cotidiano de sala de Aula. Annablume Editora. FAPESP. SP., 130P.
- SHERGOLD, J. H. & COOPER R. A. 2004. **The Cambrian Period**. A Geologic Time Scale 2004. Cambridge University Press. UK. 147-164, 589p.
- SIMÕES, M. G. & HOLZ, M. 2000. **Tafonomia: Processos e ambientes de fossilização. Paleontologia**. Editora Interciência Ltda. RJ, pgs 19 – 34.
- SOUTHERLAND, S. A., SINATRA, G. & MATTHEWS, M. R. 2001. **Belief, Knowledge, and Science**. Plenum Publishing Corporation, New York, pgs 325 – 350.
- STANLEY, S. M. 1987. **Extinctions**. Scientific American Library. New York, 242 p.
- STANLEY, S. M. 1989. **Earth and Life Through Time**. Second Edition. W. H. Freeman and Company. New York, 689 p.
- STANLEY, S. M. 1999. **Earth Sistem History**. (With New CD-Rom). W. H. Freeman and Company. New York, 615 p.
- STEARNS, S. C. & HOEKSTRA, R. F. 2003. **Evolução: uma introdução**. Atheneu Ed. SP, 379 p.
- STINNER, A. & TEICHMANN, J. 2003. **Lord Kelvin and the Age-of-the-Earth Debate: A Dramatization**. Science & Education 12: 213 - 228.
- TARBUCK, E. J. & LUTGENS, F. K. 1999. **EARTH**. An introduction to phisical

geology. Prentice-Hall, Inc. Simon & Schuster/A Viacon Company. Sixth Edition. New Jersey 638p.

WARD, P. 1994. **The end of evolution on man extinctions and the preservation of biodiversity**. Banton Books. New York, 302p.

WEGENER, A . 2004. **The Origin of Continents and Oceans (1929)**. Dover Publications, New York, 246p.

WEIDENSAUL, S. 1992. **Living Descendants from the Days of the Dinosaurs**. Mallard Press. New York, 112 p.

WEINER, J. 1988. **Planeta Terra**. Livraria Martins Fontes Ed. SP, 362 p.

WHITE, J. F. 1962. **Study of the Earth. Readings in Geological Science**. Prentice-Hall Inc. USA, 408p.

WHITROW, G. J. 1998. **O Tempo na História**. Concepções do tempo da pré-história aos nossos dias. Ciência e Cultura. Jorge Zahar Editor. Rio de Janeiro 242p.

WICANDER, R. & MONROE, J.S. 1993. **Historical Geology. Evolution of the Earth and Life through Time**. 2⁰ Edition. West Publishing Company. Minneapolis, 640 p.

Capítulo 8 - Anexos

8.1. Relação dos livros didáticos das colunas analisadas

1. Livro da coluna 1

Livro de Biologia

Título do livro: Ciências Biológicas

Autores: Maurício Marczwski & Eduardo Vélez

Ano: 1999

Volume: 3

Série: 3^a do ensino médio

Editora: FTD. S. A.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas:

Número total de páginas: 312

Exemplar do Professor

2. Livro da coluna 2

Livro de Biologia

Título do livro: Biologia 3

Autores: Cezar Silva Jr. & Sezar Sasson

Ano: 1975

Volume: 3

Série: 3^a do ensino médio

Editora: Atual Ltda.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 141

Número total de páginas: 342

Exemplar do Professor

3. Livro da coluna 3

Livro de Biologia

Título do livro: Biologia

Autores: Sérgio Linhares & Fernando Gewandznajder

Ano: 2003

Volume: Único

Série: 1^a 2^a e 3^a do ensino médio

Editora: Ática Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 455

Número total de páginas: 560

Exemplar do Professor

4. Livro da coluna 4

Livro de Biologia

Livro: Biologia das populações, genética, evolução e ecologia.

Autores: José Mariano Amabis & Gilberto Rodrigues Martho

Ano: 1996

Volume: 3

Série: 3^a do ensino médio

Editora: FTD. S. A.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 298-299

Número de páginas: 511

Exemplar do Professor

5. Livro da coluna 5

Livro de Biologia

Livro: Fundamentos de Biologia

Autores: José Luís Soares

Ano: 1998

Volume: 3

Série: 3^a do ensino médio

Editora: Scipione Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 160-161

Número total de páginas: 283

Exemplar do Professor

6. Livro da coluna 6

Livro de Biologia

Título do livro: Biologia

Autores: José Luiz Soares

Ano: 1992

Série: 3^a do ensino médio

Volume: 3

Editora: Scipione Ltda.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 231- 233

Número total de páginas:

Exemplar do professor

7. Livro da coluna 7

Livro de Biologia

Livro: Biologia

Autores: Demétrio Gowdak & Neide Mattos

Ano: 1991

Série: 1^a, 2^a e 3^a do ensino médio

Volume: único

Editora: FTD S. A.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 399

Número total de páginas:

Exemplar do Professor

8. Livro da coluna 8

Livro de Biologia

Livro: Biologia – Ciência da vida

Autores: Ayrton César & Domingos Ângelo Lammnogia

Ano: 1996

Série: 3^a do ensino médio

Volume: 3

Editora: Atual

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 184

Número total de páginas:

Exemplar do professor

9. Livro da coluna 9

Livro de Biologia

Livro: Biologia 3

Autores: Cezar Silva Jr. & Sezar Sasson

Ano: 1999

Série: 3^a do ensino médio

Volume: 3

Editora: Atual

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 162 - 163

Número total de páginas:

Exemplar do Professor

10. Livro da coluna 10

Livro de Biologia

Livro: Estudo da Biologia

Autores: Jeffrey J. W. Baker & Garland E. Allen

Ano: 1977

Série: 3^a do ensino médio

Volume: 2

Editora: Edgard Blücher Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 689

Número total de páginas: 760

Exemplar do estudante

11. Livro da coluna 11

Livro de Biologia

Livro: Fundamentos de Biologia Moderna

Autores: José Mariano Amabis & Gilberto Rodrigues Martho

Ano: 1992

Série: 3^a do ensino médio

Volume: 3^o

Editora: Moderna Ltda.

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 162-163

Número total de páginas: 428

Exemplar do professor

12. Livro da coluna 12

Livro de Geografia

Título do Livro: Geografia 1: o espaço e os homens, o espaço brasileiro

Autores: Guiomar Goulart de Azevedo

Ano: 1996

Série: 5^a do ensino fundamental

Volume: 1

Editora: Moderna Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 40

Número total de páginas: 175

Exemplar do estudante

13. Livro da coluna 13

Livro de Geografia

Título do Livro: Geografia Ativa:

Autores: Zoraide V. Beltrame

Ano: 1991

Série: 5^a do ensino fundamental

Volume: 1

Editora: Ática Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 158 - 159

Número total de páginas: 223

Exemplar do professor

14. Livro da coluna 14

Livro de Geografia

Título do livro: Geografia crítica – o espaço natural e a ação humana

Autores: José William Vesentini & Vânia Vlach

Ano: 1993

Série: 5^a do ensino fundamental

Volume: 1

Editora: Ática Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 84 - 85

Número total de páginas: 192

Exemplar do professor

15. Livro da coluna 15

Livro de Geografia

Título do livro: Geografia crítica – o espaço natural e a ação humana

Autores: José William Vesentini & Vânia Vlach

Ano: 1993

Série: 5^a do ensino fundamental

Volume: 1

Editora: Ática Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 84 - 85

Número total de páginas: 192

Exemplar do professor

16. Livro da coluna 16

Livro de Geografia

Título do livro: Geografia: noções básicas

Autores: Melhem Adas

Ano: 1999

Série: 5^a do ensino fundamental

Volume: 1

Editora: Moderna Ltda

Estado: São Paulo

Número ou intervalo de páginas: 159

Número total de páginas: 199

Exemplar do professor

8.2. Termos utilizados pelos entrevistados da Chapada do Araripe – PE.

Pedra

Pedra de peixe

entro tem a parte do peixe

Faz muito tempo (TG)

No tempo dos Índios

Lagoa (água bem grande)

Pedra com outros tipos de animais também

Escamas

Faz muitos anos

Pedras para peixes entrarem dentro

Mar

Que as pedras tem peixes

Pré-História

Lama que fica seca

Esqueleto dentro “da pedra”

Lago ou um mar

Um oceano ou mar

Aumentou o nível do mar e veio até aqui

Dinossauros

Foi um tempo em que o mundo ia se acabar

Peixes ficaram dentro das pedras

Nas minas

Choveu três dias e os peixes viraram pedras

Muita água

Peixes entraram para dentro das pedras e nunca mais saíram

Tudo secou

Só ficou as pedras

Escama

Ossinho dentro

Tem formato de osso

Pedrinhas mais brilhosinhas
Dilúvio

8.3. Termos utilizados pelos entrevistados do município de Mata – RS.

Fungos
Pedras de fogo
Pedras
Flores e frutos
Flores nem frutos
Sementes
Índios
Guaranis
Fósseis
200 milhões de anos
antes do terremoto
Plantas
Madeira
Árvores
Animais
Polens
Animais que viviam no passado
Tronco de árvores
Lagartões
Dinossauros
O Homem matou os Dinossauros
Tremor de terra
Macacos
Virando pedra
Bastante tempo
Petrificado
Meteoro

8.4. Coluna geológica 1 extraída de STEARNS & HOEKSTRA (2003).

Período	Duração (milhões de anos)	Comentário
Cósmico	15.000/20.000-5.000	Big Bang, nucleossíntese, reciclagem estelar
Solar	5.000-4.600	Formação do sistema solar, planetas interiores bombardeados por planetóides, atmosfera original da Terra, caso tenha havido, destruída pelos ventos solares
Arqueano	3.900-3.600 3.500	Origem da vida Cianobactérias fotossintetizantes fósseis
Proterozóico	2.500-570	Oxigenação gradual da atmosfera
Paleoproterozóico	2.500-1.600	Origem dos eucariontes e do sexo
Mesoproterozóico	1.600-1.000	Radiação protista
Neoproterozóico	1.000-570	Origem dos multicelulares Algas e esponjas, celenterados e vermes
Fanerozóico	570-0	
Paleozóico	570-250	
Cambriano	570-510	Moluscos fósseis (anfíneuros, gastrópodes, cefalópodes), anelídeos (poliquetas), artrópodes (trilobitas, quelicerados), braquiópodes, equinodermos
Ordoviciano	510-438	Os moluscos fósseis incluem os escafópodes e os bivalves, nautilóides, grandes radiações de quelicerados, de artrópodes; aparecem os briozoários e todas as classes modernas de equinodermos (estrelas-do-mar, ouriços); primeiros vertebrados sem mandíbula (Agnatha), primeiros esporos vegetais terrestres. Invasão da terra. No final, em uma extinção em massa difusa, 22% das famílias desaparecem
Siluriano	438-410	Aparição dos fungos ascomicetos, dos escorpiões, radiação dos Agnatha. Primeiros megafósseis de vegetais terrestres: musgos. Parentes aquáticos mais próximos: Charophyceae (um grupo de algas verdes). Primeiros artrópodes que se alimentam de esporos
Devoniano	410-355	Primeiras florestas, indicadas por solos com marcas de raízes. Aparição de musgos, samambaias, lulas, miriápodes, insetos, peixes com mandíbula, peixes pulmonados, primeiros vertebrados tetrápodes – um anfíbio (<i>Ichthyostega</i>), origem do vôo dos insetos
Carbonífero	355-290	Primeiros solos modernos, vermes terrestres, sementes vegetais, opiliões, libélulas, ortópteros, répteis. Primeiros insetos que se alimentam de pólen
Permiano	290-250	Inicia-se a coevolução vegetais/polinizadores. Ao seu final, os trilobitas desaparecem, junto com 83% dos gêneros marinhos, nas maior das extinções em massa ; um único megacontinente e um único oceano
Mesozóico	250-65	
Triássico	250-205	Radiação das gimnospermas: primeiros pinheiros, podocarpos, araucárias; radiação dos odonata e dos ortópteros, primeiro fóssil de peixe teleósteo, crocodilos, mamíferos. Primeiros répteis voadores (pterossauros). Ao seu final, uma extinção em massa , 20% das famílias de invertebrados marinhos desaparecem, incluindo alguns bivalves, cefalópodes, gastrópodes, braquiópodes, esponjas e répteis marinhos. Datações controversas. Mecanismo indefinido

8.5. Coluna geológica 2 extraída de STEARNS & HOEKSTRA(2003).

Período	Duração (milhões de anos)	Comentário
Fanerozóico (cont.)		
Mesozóico (cont.)		
Jurássico	205-135	Primeiros teixos fósseis; polvos, dípteras, himenópteros, lepidópteros, tubarões, raias, sapos, salamandras, pássaros (origem do voo das aves). Radiação dos teleosteos. Homotermia dos vertebrados (pássaros e dinossauros). Tartarugas. Origem dos insetos polinizadores modernos, intensificação da coevolução vegetal/polinizador
Cretáceo	135-65	Radiação das angiospermas e decadência das pteridófitas. Coníferas persistem com metade de seus representantes originais. Primeiros cupins, vespas, abelhas, lagartos, cobras e marsupiais. Ao seu final, extinção em massa desaparecem os dinossauros. Mecanismo: impacto de um meteoro, vulcanismo massivo, ou ambos
Cenozóico	65-0	
Paleogeno	65-23	
Paleoceno	65-53	Primeiros rododendros fósseis, gramíneas, bordos, falcões, papagaios, mamíferos placentários: lagomorfos, baleias, roedores; mosquitos
Eoceno	53-37	Primeiros primatas fósseis, ungulados, canídeos, proboscídeos, morcegos (voo mamífero)
Oligoceno	37-23	Origem dos campos, radiação dos mamíferos
Neogeno	23-1,6	
Mioceno	23-5,3	Dentes para a ingestão de gramíneas nos cavalos; todas as subfamílias de gramíneas
Plioceno	5,3-1,6	Primeiros fósseis hominídeos (<i>Australopithecus</i>), primeiros fósseis de orquídeas; hominídeos bípedes no leste africano (4,4 milhões de anos)
Quaternário	1,6-0	
Pleistoceno	1,6-0,01	<i>Homo erectus</i> na África e na Ásia (1,5), <i>Homo sapiens</i> (0,3), Neandertais (0,1); sepultamentos (0,09-0,04), linguagem (0,06?), pinturas rupestres, esculturas, decoração (0,03). No paleolítico superior, na Europa, 50% sobrevivem até a idade de 21, 12% sobrevive até os 40 anos
Holoceno	0,01-0	Final da glaciação Winsconsin, domesticação de vacas, cabras, ovelhas, cavalos; origem da agricultura e da escrita

De IUGS (1989), Briggs and Crowther (1990), Benton (1993), Kenrick and Crane (1997), Labandeira (1998a, b)

8.6. Coluna geológica 3 extraída de WEIDENSAUL (1992).

CHART OF THE GEOLOGICAL TIMESCALE					
The figures in the chart indicate the number of years in millions before the present that the particular division starts.					
EON		ERA		PERIOD	EPOCH
PRECAMBRIAN	4,600				
PHANEROZOIC	565	PALEOZOIC	565	CAMBRIAN	565
				ORDOVICIAN	500
				SILURIAN	430
				DEVONIAN	395
				CARBONIFEROUS	345
				PERMIAN	286
	248	MESOZOIC	248	TRIASSIC	248
				JURASSIC	213
				CRETACEOUS	144
	65	CENOZOIC	65	TERTIARY	PALAEOCENE 65
					EOCENE 54
					OLIGOCENE 37
					MIOCENE 25
					PLIOCENE 6
			2	QUATERNARY	PLEISTOCENE 2
					HOLOCENE 0.01

8.7. Coluna geológica 4 extraída de BLOUNT & CROWLEY (2003).

REFERENCE SECTION

GEOLOGICAL TIME CHART

ROCKS ARE DEPOSITED IN LAYERS, and the layers at the bottom of a sequence are the oldest. The actual ages in years of different rock layers are worked out by techniques that involve measuring the decay of radioactive elements within the rock. Groups of rock layers are classified together to form periods,

such as the Triassic and Jurassic. Periods are grouped together to form eras, such as the Mesozoic and Cenozoic. Eras are one of the biggest subdivisions of geological time and are separated from one another by major extinction events in which important fossil groups disappear from the geological record.

MILLION YEARS AGO

4,600-540	PRECAMBRIAN	Origin of life. Evolution of Vendian organisms.	<i>Mawsonites</i> <i>Collenia</i>
PALAEOZOIC ERA			
540-500	CAMBRIAN PERIOD	First single-celled and multicellular life.	<i>Olenellus</i>
500-435	ORDOVICIAN PERIOD	First nautiloids and jawed vertebrates.	<i>Orthoceras</i> <i>Cyrtodus</i>
435-410	SILURIAN PERIOD	First plants and arachnids on land.	<i>Baragwanathia</i> <i>Pseudocrinites</i>
410-355	DEVONIAN PERIOD	First vertebrates with four limbs and distinct digits.	<i>Pteraspis</i>
355-295	CARBONIFEROUS PERIOD	First reptiles and flying insects on land.	<i>Sandalodus</i>
295-250	PERMIAN PERIOD	First sail-back synapsids on land.	<i>Edaphosaurus</i> <i>Diplacanthus</i>
MESOZOIC ERA			
250-203	TRIASSIC PERIOD	First dinosaurs, mammals, turtles, and frogs.	<i>Lystrosaurus</i>
203-135	JURASSIC PERIOD	First birds appear, dinosaurs rule the land.	<i>Pterodactylus</i> <i>Proceratosaurus</i>
135-65	CRETACEOUS PERIOD	First modern mammals. Non-avian dinosaurs die out.	<i>Triceratops</i> <i>Triceratops</i>
CENOZOIC ERA			
65-53	PALAEOCENE EPOCH	First owls, shrews, and hedgehogs.	<i>Taeniolabis</i> <i>Phenacodus</i>
53-33.7	EOCENE EPOCH	First horses, elephants, dogs, and cats.	<i>Palaeochiropteryx</i> <i>Hyracotherium</i>
33.7-23.5	OLIGOCENE EPOCH	First monkeys, deer, and rhinoceroses.	<i>Phiomia</i> <i>Semnotosaurus</i>
23.5-5.3	MIOCENE EPOCH	First apes, mice, and many new mammals.	<i>Balaena</i>
5.3-1.75	PLIOCENE EPOCH	First cattle and sheep. Whales diversify.	<i>Bison</i> <i>Balaena</i>
1.75-0.01	PLEISTOCENE EPOCH	First modern humans appear.	<i>Gigantopithecus</i> <i>Homo sapiens</i>
0.01-Present	HOLOCENE EPOCH	Extinctions caused by human activity.	<i>Homo sapiens</i>

Formation of the Earth

PRECAMBRIAN

4,600 MYA

8.8. Coluna geológica 5 extraída de Ruppert *et al* (2005).

Escala de Tempo Geológico

	Éon	Era	Período	Época	maa*
	Fanerozóico	Cenozóico	Quaternário	Recente	0,01
				Plistoceno	1,8
			Terciário	Plioceno	5
				Mioceno	23
				Oligoceno	34
				Eoceno	56
				Paleoceno	65
		Mesozóico	Cretáceo		140
			Jurássico		200
			Triássico		245
		Paleozóico	Permiano		290
			Carbonífero		350
			Devoniano		410
			Siluriano		440
			Ordoviciano		500
			Cambriano		570
Pré-cambriano	Proterozóico				2.500
	Arqueano				3.800
	Hadeano				4.600

* Milhões de anos atrás (início de intervalo)