



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS**

**MALENA MARÍLIA MARTINS GATINHO**

**DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA PALEONTOLOGIA NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE LIVRO PARADIDÁTICO  
PARA O PROFESSOR**

**ANÁPOLIS  
2020**



**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU*  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE  
CIÊNCIAS**

**DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA PALEONTOLOGIA NA  
EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE LIVRO PARADIDÁTICO  
PARA O PROFESSOR**

Dissertação apresentada junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás, Campus de Ciências Exatas e Tecnológicas para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências.

**Mestranda:** Malena Marília Martins Gatinho

**Orientador:** Dr. Cláudio Magalhães de Almeida

**ANÁPOLIS  
2020**

## TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DE TESES E DISSERTAÇÕES NA BIBLIOTECA DIGITAL (BDTD)

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Estadual de Goiás a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UEG), regulamentada pela Resolução, **CsA n.1087/2019** sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

### Dados do autor (a)

Nome Completo: MALENA MARÍLIA MARTINS GATINHO

E-mail nenagatinho22@gmail.com

### Dados do trabalho

Título: DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA PALEONTOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA:  
UMA PROPOSTA DE LIVRO PARADIDÁTICO PARA O PROFESSOR

Data da Defesa 27/11/2020

### Tipo

Tese  Dissertação

**Programa:** Mestrado Profissional em Ensino de Ciências

Concorda com a liberação documento

SIM

NÃO

### Assinalar justificativa para o caso de impedimento e não liberação do documento:

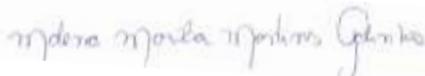
- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

\* Em caso de não autorização, o período de embargo será de **até um ano** a partir da data de defesa. Caso haja necessidade de exceder este prazo, deverá ser apresentado formulário de solicitação para extensão de prazo para publicação, devidamente justificado, junto à coordenação do curso.

\* Período de embargo é de um ano a partir da data de defesa, prorrogável para mais um ano

Anápolis,

18/05/2021



Assinatura do autor (a)



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE GOIÁS  
Prof. Dr. Plauto Simão de Carvalho  
Coordenador do Mestrado Profissional em  
Ensino de Ciências

Assinatura do orientador (a)

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

MG261 MARTINS GATINHO, MALENA MARILIA

d DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA PALEONTOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA PROPOSTA DE LIVRO PARADIDÁTICO PARA O PROFESSOR / MALENA MARILIA MARTINS GATINHO; orientador CLAUDIO MAGALHÃES DE ALMEIDA. -- ANÁPOLIS, 2020.

106 p.

Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Câmpus Central - Sede: Anápolis - CET, Universidade Estadual de Goiás, 2020.

1. Aprendizagem Significativa. 2. Ensino de Biologia. 3. Ensino de Paleontologia. 4. Livro didático. 5. Educação Básica. I. MAGALHÃES DE ALMEIDA, CLAUDIO, orient. II. Título.

MALENA MARILIA MARTINS GATINHO

DESAFIOS E POSSIBILIDADES DA PALEONTOLOGIA NA EDUCAÇÃO  
BÁSICA: UMA PROPOSTA DE LIVRO PARADIDÁTICO  
PARA O PROFESSOR

Dissertação defendida no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* – Mestrado  
Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás,  
para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências, aprovada em 27 de  
novembro de 2020 pela banca examinadora constituída pelos seguintes professores:



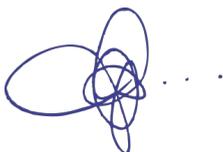
---

**Prof. Dr. Cláudio Magalhães de Almeida**  
Presidente  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



---

**Prof. Dr. Pedro Oliveira Paulo**  
Membro Interno  
Universidade Estadual de Goiás (UEG)



---

**Profa. Dra. Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar**  
Membro Externo  
Universidade Federal de Goiás (UFG)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus por ter me sustentado até aqui com sua Graça e infinita misericórdia.

Agradeço a minha família, meu pai João Gatinho, minha mãe Marluce Gatinho e irmã Jamila Gatinho, pelo apoio incondicional até aqui. A vocês a minha eterna gratidão por acreditarem na minha capacidade e me impulsionarem mesmo quando eu descreditei. Vocês são minha base e meu porto seguro.

Minha Grande Família Martins, pelo apoio, pela força, pelo incentivo, por me dar suporte mesmo com a distância e sempre me encorajando a ir cada vez mais longe.

Aos meus avós Neide e João Gatinho e Osmarina e Raimundo Martins (*In Memmorian*) que desde a minha infância foram grandes incentivadores para que eu alcançasse meus objetivos de vida.

Ao meu melhor amigo e fiel escudeiro Marcelo Bruno, meu irmão que a graduação me deu, o que me acompanhou em todos os meus processos, me auxiliou, me amparou, me socorreu, saiu do Nordeste para me visitar no Centro Oeste nos momentos que mais precisei, grata sou por toda sua lealdade e companheirismo até aqui.

Aos meus amigos de longa data a minha “Patota Problemática” que mesmo com a distância, sempre compreenderam a necessidade e estiveram sempre de prontidão a me apoiar em qualquer decisão e ajudar em qualquer circunstância.

Aos meus colegas do mestrado, agradeço por toda jornada. Em especial: Kezia, Isney, Frederico e Vanessa, os quais tive a oportunidade de caminhar de perto e construir memórias incríveis. O apoio de vocês foi de grande importância para que esses dois anos fossem mais divertidos. Muito obrigada!

Aos meus amigos da *Church In Connection* de Anápolis, foram pessoas essenciais no que se refere a minha vida espiritual. Aprendi muito, fui muito bem acolhida no período em que estive com eles e me ajudaram

muito em todos meus processos em diversas áreas da minha vida, inclusive na conclusão desta etapa. Em especial, a Família Alves de Brito e a Família Oliveira Campos, famílias estas que me acolheram como filha e não mediram esforços para que me sentisse segura e amada. Assim também como os missionários Marcelo e Érica, os quais hoje considero família, por todo cuidado honroso que tiveram comigo.

Agradeço a todos os funcionários do PPEC, aos professores incríveis que tive oportunidade de aprender mais com cada um, a professora Sabrina e a Bianne que sempre estiveram prontas a buscar solução para problemas e sempre muito prestativas a ajudar em qualquer momento. A professora Adda Daniela Lima Figueiredo Echalar e Pedro Oliveira Paulo por sua disponibilidade e ricas contribuições para a pesquisa em minha banca de qualificação e novamente na etapa final.

Em especial agradeço ao meu querido orientador Claudio Magalhães, sempre muito paciente, compreensivo, empático e pronto a me ajudar a solucionar minhas dificuldades. Agradeço muito pela paciência em meus processos, por acreditar e permanecer nessa jornada que trilhamos juntos. Obrigada por ser de fato um orientador, sempre me direcionando pelo melhor caminho.

Agradeço as escolas que permitiram com que executasse a pesquisa com seus docentes.

Agradeço ao Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu – Mestrado Profissional Em Ensino De Ciências por investirem e acreditarem no meu potencial como pesquisadora bolsista UEG e educadora durante todo o processo seletivo e todo esse tempo no programa.

Por fim, agradeço a todos que contribuíram de maneira direta e indireta para que essa etapa fosse concluída. Muito obrigada!!

## SUMÁRIO

INTRODUÇÃO .....	10
CAPÍTULO 1: CONCEITO BIOLÓGICO NA RELAÇÃO COM O PEDAGÓGICO .....	15
A) A Paleontologia como ciência.....	15
B) O Ensino de Biologia e Paleontologia.....	19
C) Aprendizagem significativa e suas possíveis contribuições no ensino de Paleontologia e de Biologia .....	23
CAPÍTULO 2:PERCURSOS DA PESQUISA .....	31
A) A abordagem metodológica e a coleta de dados.....	31
B) Caracterização do sujeito de pesquisa.....	32
C) Análise de dados – ATD .....	33
CAPÍTULO 3: LIVROS DIDÁTICOS, PROFESSORES E ENSINO DE BIOLOGIA: O QUE NOS REVELAM SOBRE PALEONTOLOGIA .....	38
A) Os conteúdos sobre Paleontologia nos livros didáticos analisados .....	38
A.1. Conceito de fósseis .....	46
A.2. Processos de fossilização.....	47
A.4. Datação de fósseis .....	48
A.5. Tempo geológico.....	50
B) Análise das entrevistas.....	52
B.1. Concepções dos professores sobre Paleontologia .....	52
B.2.Estratégias metodológicas para o ensino dos conteúdos paleontológicos .....	58
CAPÍTULO 4: PRODUTO EDUCACIONAL .....	62
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	65
REFERÊNCIAS .....	67
APÊNDICE 1 – ROTEIRO DE ENTREVISTA .....	77
APÊNDICE 2 - PROPOSTA DO LIVRO PARADIDÁTICO .....	78

## RESUMO

A paleontologia enquanto ciência busca conceder dados no processo de conhecimento ligado a evolução biológica dos seres através dos tempos. Seu objeto de estudos são os fósseis e através deles é possível encontrar registros de momentos importantíssimos na história da vida na Terra. Sendo assim, é por meio dessa ciência que existe a possibilidade de remontar o passado de maneira científica e compreender os diversos processos evolutivos que a vida na Terra sofreu. Atualmente, a paleontologia é um conteúdo dentro da disciplina de Biologia no Ensino Médio, a qual vem sendo trabalhada de modo não satisfatório, prejudicando a compreensão da mesma e de sua importância. Frente a isto, esse trabalho objetivou analisar de que modo a Paleontologia está inserida nos livros didáticos de Biologia e quais metodologias são desenvolvidas pelos professores da Rede Estadual de ensino de Anápolis para a compreensão desse conteúdo. Sendo uma pesquisa de caráter qualitativo, a pesquisa foi realizada em dois momentos: I- análise das coleções utilizadas pelos professores do Ensino Médio de Anápolis, com a finalidade de compreender de que modo esse conteúdo está inserido nos livros didáticos e II- entrevistas com captação de áudio, acompanhada de um roteiro semiestruturado e posterior a isso, foram transcritas e analisadas a partir da Abordagem Textual Discursiva – ATD, ambos os momentos foram marcados por duas categorias: conceitual e abordagem. Frente a isto, encontramos dados interessantes nas análises dos livros didáticos como equívocos conceituais, paleontologia encontrada de maneira dissolvida dentro de outros conteúdos, de modo breve e raso. E nas entrevistas, podemos perceber a dificuldade dos docentes em trabalhar esse conteúdo por diversos fatores e um deles é a falta de material de apoio, pois, consideram sua formação inicial insuficiente para tratar dessa temática. Desse modo, afim de contribuir de modo significativo no processo de ensino e aprendizagem e com a divulgação da ciência, confeccionamos um livro paradidático com conteúdos básicos para o Ensino Médio apoiado na maior dificuldade de compreensão do professor.

**Palavras-chave:** Ensino de Paleontologia; Livro Didático; Ensino de Biologia; Educação Básica; Aprendizagem Significativa.

## **ABSTRACT**

Paleontology as a science seeks to grant data in the process of knowledge linked to the biological evolution of beings through time. Its object of study is fossils and through them it is possible to find records of very important moments in the history of life on Earth. Therefore, it is through this science that it is possible to trace the past in a scientific way and understand the different evolutionary processes that life on Earth has undergone. Currently, paleontology is a content within the discipline of Biology in High School, which has been worked in an unsatisfactory way, impairing its understanding and its importance. In view of this, this work aimed to analyze how Paleontology is inserted in the textbooks of Biology and which methodologies are developed by the teachers of the State School of Anápolis – Goiás to understand this content. Being a qualitative research, the research was carried out in two moments: I- analysis of the collections used by high school teachers in Anápolis – GO, in order to understand how this content is inserted in textbooks and II- interviews with capture audio, accompanied by a semi-structured script and after that, were transcribed and analyzed from the Textual Discursive Approach - ATD, both moments were marked by two categories: conceptual and approach. Faced with this, we found interesting data in the analysis of textbooks as conceptual mistakes, paleontology found in a dissolved way within other contents, in a brief and shallow way. And in the interviews, we can see the difficulty of teachers in working with this content due to several factors and one of them is the lack of support material, as they consider their initial training insufficient to deal with this theme. In this way, in order to make a significant contribution to the teaching and learning process and to the dissemination of science, we made a paradidactic book with basic contents for high school based on the greatest difficulty in understanding the teacher.

**Keywords:** Paleontology teaching; Textbook; Biology teaching; Basic education; Meaningful Learning.

## LISTA DE FIGURA

<b>Figura 1:</b> capa do livro da coleção BIO, v. 1. ....	28
<b>Figura 2:</b> capa do livro da coleção Biologia Moderna, v. 1 .....	28
<b>Figura 3:</b> (A) tempo geológico na coleção BIO v. 1, p.158. (B) definição de fósseis na coleção BIO v. 3, p. 238. (C) processos de fossilização na coleção BIO v. 1, p. 239. (D) trecho da importância do estudo dos fósseis na coleção BIO v. 1, p. 240. ....	37
<b>Figura 4:</b> (A) homologia na coleção BIO v. 3, p. 242. (B) surgimento da vida na coleção BIO v. 3, p. 144. (C) história evolutiva da vida na coleção BIO, v. 3, p. 237. (D) tabela do tempo geológicos e das transformações geográficas da Terra na coleção Biologia Moderna, v. 3, p. 140 .....	39
<b>Figura 5:</b> trecho sobre os fósseis na coleção Biologia Moderna. v. 3, p. 110. ....	44
<b>Figura 6:</b> (A) datação de fósseis na coleção Biologia Moderna, v. 3, p. 113. (B) datação de fósseis na coleção Biologia Moderna, v. 3, p. 114. (C) datação de fósseis na coleção BIO, v. 3, p. 240. ....	45

## INTRODUÇÃO

Ensinar Biologia tem sido um desafio. Um dos fatores para tal consideração está na concepção do docente acerca de ciência, a qual deve ser considerada como uma produção humana, possível a todos e mutável. Outro fator, deve-se ao fato de se fazer necessário a busca por estratégias afim de estimular o senso crítico e reflexivo dos discentes e também, na tomada de decisões diante aos acontecimentos diários.

Nesse sentido, pode-se dizer que o estímulo realizado com o intuito de que o aluno compreenda de modo claro que a Biologia está diretamente associada ao seu cotidiano e que, a maneira como o sujeito a enxerga reflete diretamente em seu processo de ensino e aprendizagem e consequentemente na formação crítica e cidadã do estudante (FABRI; SILVEIRA, 2012).

Por esta ótica, atualmente se torna cada vez mais clara a importância do ensino de Biologia, considerando-o como um espaço propício para que seja promovida uma aproximação entre conceitos já trazidos pelos discentes e conceitos científicos, estimulando assim diferentes explicações e discussões acerca de problemas atuais que envolvem situações reais.

Frente ao exposto, a temática principal que será discutida durante toda a pesquisa será a paleontologia, tendo em vista que, enquanto ciência a mesma busca conceder dados no processo de conhecimento ligado a evolução biológica dos seres através dos tempos. Na paleontologia, os fósseis são seu objeto de estudo e através deles é possível encontrar registros de momentos importantíssimos na história da vida na Terra. Sendo assim, é por meio dessa ciência que existe a possibilidade de remontar o passado de maneira científica e compreender os diversos processos evolutivos que a vida na Terra sofreu (ZUCON, 2011).

Outro ponto que foi levado em consideração para escolha da temática da pesquisa, deu-se pela possibilidade de conectar a relação desenvolvida pelo imaginário dos alunos com os dinossauros e os conhecimentos científicos que situam esses seres no tempo e no

espaço, promovendo assim uma compreensão da magnitude do tempo da existência da Terra, da sua dinâmica e complexidade e também da temporalidade da espécie humana.

Nesse contexto, Marques de Souza (2015) afirma que o ensino da Paleontologia fornece dados permitindo com que os discentes tenham a oportunidade de se envolver com ciência e que, ela promove a integração de diferentes campos do saber e, se bem explorada, possui um potencial para que, assim como as outras ciências, auxilie os indivíduos a direcionarem um olhar mais crítico para a sustentabilidade do planeta, tendo em vista que ela fornece conhecimentos acerca das questões ambientais que estão diretamente ligadas as alterações da biodiversidade do clima, permitindo assim com que os cidadãos consigam refletir em possíveis soluções para essas problemática.

É, pois, nessa ótica que reside a importância da Paleontologia para uma compreensão mais ampla de questões ambientais, geológicas e biológicas. Existe, no entanto, uma lacuna na sua abordagem na educação básica, mais especificamente no Ensino Médio, que para Souto (2012), existem causas para que isso aconteça, como por exemplo, a complexidade do assunto, o modo como a Paleontologia está inserida nos livros didáticos, a ausência de materiais e até mesmo no receio do docente ao responder os questionamentos em sala de aula.

Essas causas nos remetem a pensar acerca da sua formação inicial do professor de Biologia que, segundo estudos realizados por Schwanke (2002) através de acompanhamento com alunos e professores do curso de Ciências Biológicas no Estado do Rio de Janeiro, pode observar inúmeras lacunas no que tange ao saber paleontológico. Dessa forma, os resultados desses estudos apontaram o quanto a formação inicial reflete diretamente na atuação profissional. E, por não possuírem uma formação sedimentada acerca da Paleontologia, a transposição didática nessa área pode ser um desafio, resultando em uma formação paleontológica superficial.

No que se refere à divulgação científica através de artigos, Hohemberger (2018) ao realizar um levantamento o qual buscou analisar

a quantidade de produções sobre o ensino de Paleontologia entre os anos de 2013 e 2017, constatou que o número de trabalhos distribuídos em eventos ou periódicos tanto na área da Educação ou das Geociências é baixo.

Em uma pesquisa realizada por Gatinho e Almeida (2019), ao realizarem um levantamento do número de trabalhos que abordam a Paleontologia no Encontro de Pesquisa em Ensino de Ciências (ENPEC) entre os anos de 2011 e 2017 também constataram que existem poucos trabalhos. Dos quatro encontrados, dois tratavam de propostas de ensino, um de formação de professores e um sobre currículo.

De acordo com Nobre e Farias (2015), o aumento da divulgação científica relacionada à Paleontologia e do interesse dos professores por formação continuada é necessário para vencer os obstáculos presentes no ensino desse conteúdo.

Um trabalho realizado na Espanha por Nieto e Fesharaki (2014) constatou que a maior parte dos alunos possui pouco conhecimento sobre Paleontologia e o pouco que possuem obtiveram na escola ou no cinema. Com isto, podemos observar que as dificuldades no ensino de Paleontologia são estão somente em nosso país. Novais et al. (2015) já havia sinalizado que o ensino possuía uma visão limitada acerca do assunto, o que resulta em concepções equivocadas sobre a Paleontologia, afetando assim os índices de aprendizagem.

De acordo com Anelli (2018), países que buscam investir em educação são capazes de explorar o potencial de sua pré-história. Tratando-se do Brasil, não há muito proveito desse recurso e a perspectiva tende a piorar quando consideramos a nova Base Nacional Curricular (BNCC), pois o que se refere aos saberes sobre Paleontologia é restrita e quando aborda esses saberes é de modo superficial em duas habilidades da Competência Específica 2. Vale ressaltar que a pouca representatividade do ensino de Paleontologia não é uma novidade, pois, Barbin (1981) já havia relatado há quase quarenta anos.

Repensar o ensino da Paleontologia é uma ação que está ligada diretamente à formação de professores, a maneira superficial com que os temas são tratados nas licenciaturas e a falta de abrangência de temas diversos que, ligados a paleontologia, poderiam ser solucionados com a utilização de outras técnicas de ensino e em sala, saídas de campo, visitas e uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), porém mesmo ancorado nessas alternativas didáticas exigiriam uma formação mais sólida dos professores.

É, pois, a partir desse panorama acima que este trabalho procura responde ao seguinte questionamento: ***como a paleontologia está inserida nos livros didáticos do ensino Médio e quais metodologias vêm sendo aplicadas para a compreensão desse conteúdo?***

Assim, nosso objetivo geral foi ***analisar de que modo a Paleontologia está inserida nos livros didáticos de Biologia e quais metodologias são desenvolvidas pelos professores da rede estadual de ensino de Anápolis para a compreensão desse conteúdo.*** De forma mais específica, (I) analisar os livros didáticos de Biologia utilizados pela rede estadual de ensino de Goiás; (II) conhecer as práticas de ensino de paleontologia nas escolas públicas estaduais de Anápolis; (III) identificar as concepções dos professores em relação a recursos didáticos para o ensino de paleontologia e (IV) desenvolver um recurso didático para a disciplina de Biologia com propostas de metodologias com enfoque paleontológico.

Para que o leitor possa acompanhar o percurso da investigação, esta dissertação estrutura-se em quatro capítulos. O primeiro denominado *Conceito biológico na relação com o pedagógico* apresenta a Paleontologia como ciência, percorrendo parte do seu contexto histórico até ser considerada como tal. Buscamos também apresentar a relação existente entre o ensino de Biologia e a Paleontologia, elucidando suas importâncias e a maneira como se conectam, por último, discorreremos sobre as contribuições da aprendizagem significativa e possíveis contribuições ao ensino de paleontologia na disciplina de Biologia.

*Percurso da pesquisa* é o título do segundo capítulo do trabalho no qual descrevemos de maneira detalhada todos os passos dados para que a pesquisa fosse realizada, elucidando, por exemplo, os procedimentos de coleta de dados, das entrevistas e da análise dos livros didáticos. Nele também apresentamos e justificamos a Análise Textual Discursiva – ATD como metodologia utilizada para analisar os dados.

Denominamos o terceiro capítulo como *Análise de dados*. Neste capítulo, descrevemos as análises dos livros didáticos e das entrevistas relacionados com as categorias *a priori* e *a posteriori* com a ATD e assim sintetizar a nossa discussão.

No quarto capítulo, intitulado Produto Educacional, sintetizamos as lacunas encontradas nos livros didáticos e nas entrevistas para, em seguida, discorrermos sobre a importância de um livro paradidático como recurso didático para a superação das limitações encontradas. Por fim, destacamos o processo de construção do produto e apresentamos o produto em si da dissertação. Apresentamos, por fim, as *considerações finais* sobre a pesquisa realizada e seus possíveis desdobramentos.

## CAPÍTULO 1: CONCEITO BIOLÓGICO NA RELAÇÃO COM O PEDAGÓGICO

### A) A Paleontologia como ciência

Ao longo da história, os fósseis passaram por diversos processos de compreensão. Desde a Pré-História, por exemplo, o homem atribui valores a objetos fossilizados os quais estimularam sua curiosidade e a valorização, provavelmente devido a sua raridade, sua semelhança com organismos vivos ou parte deles, adicionado o fator de sua textura e composição lítica (FARIA, 2006).

De acordo com Fernandes (2005), é difícil afirmar de modo preciso em que momento exatamente o homem teve contato com os fósseis, tendo em vista que registros exatos antecedem a escrita não são de fácil acesso. No entanto, o autor relata que a presença de fósseis junto aos vestígios encontrados dos homens primitivos é notável e, não se faz claro o motivo ou qual a utilidade, mas o contato do homem com essas evidências é real.

Novais *et. al.*, (2015) expressa que na idade antiga diferentes pensadores levantaram hipóteses acerca da origem dos fósseis, fundamentadas em preceitos mais racionais, dando início à discussão entre os pensadores que acreditavam que a origem do fóssil provinha de organismos vivos e os pensadores que atrelavam sua origem a forças mágicas que atuavam nas entranhas da Terra.

Os textos referentes a Grécia e Roma antiga já mencionavam os fósseis e lhes era atribuído feitos heroicos ou criaturas místicas. Na China antiga, por exemplo, foi atribuído aos fósseis uma relação à dragões, na Índia aos seus deuses antigos (FERNANDES, 2005).

No que se tange à Grécia Clássica, na Antiguidade já existia a reflexão diante do fato de serem encontrados fósseis de animais marinhos distantes do mar, logo, inferiu-se a possibilidade de os seres terem vivido naquele lugar no passado (FARIA, 2005).

Em seus escritos, Carvalho (2014) relata que Aristóteles é considerado um dos pioneiros na associação de fósseis a organismos vivos e de acordo com ele, existia uma força capaz de petrificar a atuar diretamente na terra causando a fossilização dos seres ainda vivos que ali se encontravam. Suas ideias também foram defendidas por seus discípulos, como Plínio, O Velho, na Roma Antiga, que de acordo com Faria (2005) também associava a formação dos fósseis a uma força considerada celestial com poder de petrificação.

A concepção de Aristóteles tinha uma grande divulgação pela Europa e assim, influenciou de maneira negativa a interpretação e o estudo dos fósseis até meados do século XVIII. E através disto, inaugurou-se uma nova fase na Paleontologia: interpretar o registro fóssil a partir do dilúvio, contido na Bíblia. Essa fase se estendeu até meados do século XIX (FARIA, 2005).

Martin Lutero (1483 – 1546), assim como outros naturalistas da época como Agostinho e João Crisóstomo, ainda associavam os fósseis como sendo evidências do dilúvio. Em contrapartida, outros pensadores acreditavam que essas evidências eram "*lapides sui generis*", ou seja, caprichos da natureza (CARVALHO, 2014)

Em 1440 houve o advento da imprensa, por Gutterberg (1400 – 1468) e, conseqüentemente os trabalhos científicos foram divulgados, fazendo assim com que os estudos chegassem até um número maior de pessoas. Diante desse avanço na comunicação, surge a facilidade na troca de informações, acarretando em contribuições essenciais no estudo dos fósseis. Nesse novo cenário, novos teóricos começaram a debater acerca da origem e da formação dos fósseis, conseguindo assim, abandonar a visão religiosa e mística e aderir a uma visão mais científica e racional (FARIA, 2005).

Leonardo da Vinci (1452 – 1519) foi uma figura importante para esse novo cenário. Abandonou os livros sagrados e realizou observações paleontológicas em especial no campo da tafonomia. Da Vinci inferiu que os seres marinhos depositados longe do mar não eram restos de experimentos da natureza e que não morreram no dilúvio, mas sim a outro

tipo de evento e suas ideias acerca dos fósseis só foram divulgadas no século XIX (CARVALHO, 2014).

George Bauer (1494 – 1555) teve um papel muito importante no estudo dos fósseis, apesar de ainda acreditar na força petrificante, o naturalista conseguiu aplicar rigor científico aos estudos dessas evidências, associando de modo correto os fósseis a seres que já existiam e, conseqüentemente foi o responsável pela implantação do fóssil do modo como hoje é conhecido (FARIA, 2005).

Bernard Palissy (1510 – 1589) e Konrad Genser (1516 – 1565) iniciaram os apontamentos acerca das refutações sobre o dilúvio e as associações dos fósseis a seres orgânicos. Genser lançou o livro *On Fossil Objects*, no qual descreveu diversos fósseis e seu trabalho deu origem a inovações como: formação de coleções científicas, a formação de uma comunidade científica da área e ilustrações para completar as descrições (RUDWICK, 1987).

Os estudiosos sofreram perseguições da Igreja Católica no século XVII e isso os deixou apreensivos e é neste período que Nicolau Steno (1638 – 1696) ganha destaque com seus trabalhos, recuperando as ideias de Da Vinci e Paliassy. Steno relata sobre a semelhança de fósseis entre si e a semelhança a outros seres vivos, o que deu início a uma interpretação de caráter mais biológico com esse material. Steno ficou mais conhecido pelo princípio da superposição das camadas, deu importante contribuição à Paleontologia, sendo responsável pelas bases de estratigrafia (CARVALHO, 2014; RUDICK, 1987).

Alguns outros estudiosos como George Louis Leclerc, Conde de Buffon (1707-1788), Jean Baptiste Pierre Antoine de Monet, Conde de Lamarck (1744-1829) colaboraram de maneira significativa e efetiva no estudo dos fósseis, com propostas de mudanças e interpretações, mas uma questão ainda era tida como obstáculo: a questão temporal, pois, ter que admitir que os fósseis se tratavam de seres já vivos e que a Terra passava por transformações, fazia-se necessário a exigência de uma escala temporal acima do que era a aceitável até então (MARTINS, 2007).

Os estudos de George Cuvier (1769 – 1832), considerado o pai da Paleontologia dos vertebrados, foram os responsáveis diretos pelo surgimento da mudança definitiva das concepções que até então se tinha sobre os fósseis. Cuvier mostrou os fósseis sendo como restos orgânicos petrificados entre as rochas, surgindo a partir de então a Paleontologia como Ciência, tendo suporte da Anatomia Comparada, a qual estava ganhando forças na época (SAMPAIO, 2020).

Cuvier apoiou-se na ideia do catastrofismo para explicar a presença dos fósseis, pois, não era adepto das explicações transformistas. Nessa teoria, a Terra deveria passar por extinções periódicas, seguidas de um novo período de criação e assim, era possível explicar os registros fósseis, as novas formas de vida e não abandonar as explicações com base na religião (FARIA, 2012).

Os avanços de grande importância realizados por Cuvier nos estudos dos fósseis, impulsionaram novos olhares e trabalhos acerca da Paleontologia e inúmeros são os estudiosos que colaboraram de maneira efetiva nessa ciência e seria impossível descrever todos neste trabalho, desta forma, após Cuvier, foi com a teoria de Charles Darwin (1809-1882) que os fósseis ganharam maior importância por se tornarem as melhores testemunhas de que as espécies realmente evoluíram.

No século XIX, os fósseis ganham uma maior abrangência, pois são umas das evidências utilizadas por Darwin para fortalecer sua teoria evolutiva. O naturalista tirou partido do valor dos fósseis como evidência da seleção natural e, sobretudo, da evolução das espécies. Depois de Darwin, muitos outros cientistas e estudiosos se valeram dos registros fósseis para corroborar suas teorias ou até mesmo sustentar a Teoria Evolutiva de Darwin. E assim, a Paleontologia inicia os primeiros passos na sociedade científica com a divulgação de pesquisa através de publicações periódicas (FARIA, 2012).

O termo Paleontologia foi usado na literatura geológica pela primeira vez em 1834, oriundo das palavras gregas: *palaios* = antigo, *ontos* = ser, *logos* = estudo (CASSAB, 2010). E hoje é uma ciência que tem como objeto de estudo as evidências da vida pré-histórica preservadas em contextos

que não envolvam atividades humanas. Segundo Novais *et al.* (2015), fósseis tem cooperado em diversas áreas do conhecimento para compreensão da origem e evolução da vida na terra, fazendo alusão à composição da atmosfera e as modificações climáticas no decorrer do tempo geológico.

A ciência paleontológica possui cerca de aproximadamente duzentos anos de história no Brasil, que, segundo Carvalho (2000), é marcada por diversas descobertas científicas relevantes no cenário internacional e refletindo como resultado, um importante acervo depositado em institutos de pesquisa, ensino e museus.

A Paleontologia, nas áreas das ciências naturais, vem apresentando um desdobramento cada vez mais promissor e tem estado em evidência principalmente nas questões relacionadas à compreensão da evolução dos seres vivos e história da Terra (ZUCON *et al.*, 2010).

## **B) O Ensino de Biologia e Paleontologia**

O ensino de Biologia, de acordo com Santos (2007), tem sido norteado de forma descontextualizada, limitando-se a resolução ritualística de exercícios e problemas escolares que não requer compreensão conceitual mais ampla, de modo que os alunos, apesar de aprenderem os termos científicos, não se tornam capazes de apreender o significado de sua linguagem. Essa ideia é reforçada por Viechenesk, Lorenzetti e Carletto (2012), ao expressarem que o ensino de Biologia vem contribuindo para ampliação do vocabulário dos aprendizes com palavras que eles memorizam sem a atribuição de significados.

Conforme afirma Lima *et al.* (2012), os estudos de Ciências e Biologia constituem um campo de conhecimento vasto, por vezes complexo, que se consolida como uma das áreas de maior produção de conceitos e de símbolos abstratos, fato este que pode ser considerado uma das dificuldades no ensino de Biologia e, diante disso faz-se necessário que o docente desenvolva meios para que o seu aluno consiga fazer um

*link* com a sua realidade e assim possivelmente atribuir significado ao que está sendo proposto. Esses autores afirmam que:

O professor de Biologia deve desenvolver estratégias de ensino que não excluam as experiências vivenciadas pelos alunos fora do ambiente escolar, associando assim, o conhecimento dos alunos aos conteúdos escolares. Nesse sentido, por que não vislumbrar na realidade de cada aluno, conceitos e vivências presentes em seu cotidiano, estratégias para que o processo de ensino-aprendizagem aconteça de maneira significativa? Para formar cidadãos é preciso criar possibilidades para que os alunos sejam capazes de interpretar de maneira satisfatória os vários estímulos que recebem em seu dia-a-dia permitindo encontrar respostas lógicas no processo ensino e aprendizagem para suas atividades diárias (LIMA et al., 2012, p.56).

A esse respeito, Krasilchik (1987) corrobora que os termos e conceitos passam a possuir mais significados para o sujeito a partir do momento em que o mesmo consegue ter acesso a exemplos satisfatórios para a construção das analogias e associações, para que assim o conteúdo seja contextualizado com a realidade em que está inserido.

Dessa forma, Moreira (2011) elucida o fato no qual a promoção da aprendizagem significativa depende muito mais de uma nova postura docente, de uma nova diretriz escolar, do que de novas metodologias, mesmo que sejam as mais modernas tecnologias de informação e comunicação (TIC).

No entanto, Perrenoud (2001) defende que ensinar é enfrentar a complexidade. Para o autor:

O professor navega à deriva ou, se preferirmos, avança como um equilibrista, sem jamais estar certo de ter encontrado um equilíbrio estável [...]. A tensão aumenta com a incoerência ou com a hipocrisia das políticas educacionais e das práticas institucionais, mas ninguém pode livrar completamente o professor da contradição, nem dissimular de forma duradoura seus limites. Por isso, a prática é, no final das contas, um jogo entre a razão e a paixão, entre julgamento e desejo, entre interesse e desinteresse (PERRENOUD, 2001, p.22).

Com isso, a fim de minimizar possíveis contratemplos no decorrer do âmbito educacional, faz-se necessário que o professor do Ensino Médio passe a refletir e agir em um cenário escolar no qual ocorrem permanentes mudanças e a resistência a essas mudanças são presentes também.

Bozza (2016) discute sobre as dificuldades dentro do ensino das ciências e uma delas é a fragmentação no interior do componente curricular e a falta de interação entre os componentes da área, como Química, Física e a Biologia, justamente disciplinas “desmembradas” das Ciências do Ensino Fundamental, que compromete a aprendizagem de modo significativo.

Em consequência disso, ocorre que “esta fragmentação dentro e entre as disciplinas dá uma ideia, para os estudantes e para nós professores, de que as pequenas frações de conhecimento e os diferentes conceitos nelas envolvidos se encerram em si mesmos” (BRASIL, 2014, p. 10).

A apresentação dos conteúdos de modo isolado e desconexo resulta em uma falta de interesse dos alunos e até no terror da incerteza sobre o sucesso no processo avaliativo das disciplinas. Diante disso, entende-se que “educar em ciências e sobre ciências são processos vistos como conectados (BRASIL, 2014, p.13).”

Faz-se, portanto, necessário buscar uma forma de ensinar que venha contemplar as questões que norteiam como e o que ensinar, realizando assim a articulação dos conhecimentos aos interesses dos sujeitos, sem conteúdo em excesso, porém, sem defasar seus saberes. Esta é uma responsabilidade dos professores atuantes no ensino de Biologia, os quais são pilares importantes na aprendizagem da disciplina.

No que tange à Paleontologia, de acordo com Zucon et al. (2010) entre as áreas das ciências naturais, ela é quem vem se apresentando com um desenvolvimento promissor no decorrer das últimas décadas, possuindo destaque na busca pela compreensão do processo evolutivo dos seres e a história da vida na Terra.

O ensino dessa ciência é de grande relevância, pois, segundo Schwanke e Silva (2010), ela trata diretamente da história que pode ser contada em uma escala de milhões de anos, trazendo eventos geográficos, geológicos e também processos evolutivos que ocorreram no mundo biológico sendo registrados em diferentes maneiras.

De acordo com os escritos de Piranha e Carneiro (2009), possuir o conhecimento da paleontologia, significa estar relacionado com a atuação social com o meio ambiente, evolução, mudanças climáticas, a natureza e dentre outros, que, no entanto permite com que o aluno ao desenvolva sua compreensão do mundo em que vive, o que o torna apto a fazer uma relação do seu processo de ensino a aprendizagem, ficando claro assim que a paleontologia é importante no desenvolvimento cultural, tendo em vista as contribuições da paleontologia no desenvolvimento cognitivo.

O estudo da Paleontologia desenvolve também o entendimento de biodiversidade, interpretação do tempo geológico, características climáticas, evolução das espécies e outras singularidades do passado e isso está diretamente ligado na formação social do ser humano, conforme Bosseti (2007) escrevem.

O estudo acerca dessa ciência promove aos sujeitos novas leituras do ambiente, integrando a ciclicidade, duração de processos terrestres e temporalidade, o que contribui para uma nova visão de mundo e dessa forma, promover aos alunos ações e reflexões mais elaboradas. E assim, torna-se possível educar pensando no cuidado e na proteção dos bens científicos e culturais, no qual o patrimônio fóssilífero brasileiro também faz parte (BERGQVIST; PRESTES, 2014).

Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC para o Ensino Médio os conhecimentos de Paleontologia estão restringidos e superficialmente indicados em duas habilidades da Competência Específica 2:

Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente. (BRASIL, 2018, p.557).

Cruz, Moraes e Chaves (2019) reforçam que os conhecimentos paleontológicos devem ser utilizados para contribuir com a teoria evolutiva. E, dessa forma, a outra habilidade consiste em:

Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana (BRASIL, 2018, p.557).

Habilidade esta que, segundo Moura e Silva-Santana (2012), abre a possibilidade de discussão da relação entre as mudanças climáticas, cuja compreensão surge a partir das contribuições da Paleontologia, e a evolução humana, a qual é um dos objetos de estudo da Antropologia. Contudo, a maioria dos professores não adota esta perspectiva ecológico-comportamental, sendo mais comum abordagens com vistas à memorização dos principais conceitos evolutivos, sob a perspectiva antropocêntrica ao enfatizar a inteligência e evolução cultural ou com enfoque histórico e filosófico geralmente centrado na visão criacionista e não na discussão da dimensão histórico-filosófica da produção científica.

Desse modo, mesmo compreendendo a importância da ciência paleontológica no que se refere a um sentido mais amplo, as temáticas biológicas e ambientais e temáticas geológicas, ainda existe pouca divulgação desse conteúdo para o estudante da educação básica (IZAGUIRRY et al. 2013).

Frente a isto, compreende-se que a sistematização dos conhecimentos acerca da Paleontologia é uma das tarefas consideradas fundamentais no aprendizado do ser humano tanto cultural quando social, pois, cidadãos com domínio de conhecimento científico, são cidadãos capazes de enfrentar os desafios da sociedade moderna e além disso, o universo do saber paleontológico abrange vários conceitos, interferências e interpretações referentes ao mundo e a vida passada sendo capaz de explicar a origem e diversidade dos seres vivos no nosso planeta (SCHWANKE; SILVA, 2004).

### **C) Aprendizagem significativa e suas possíveis contribuições no ensino de Paleontologia e de Biologia**

A Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel, possui uma essência cognitivista, a qual Moreira e Masini (2006, p.13) descrevem que “preocupa-se com o processo da compreensão, transformação, armazenamento e uso da informação envolvida na cognição e tem como objetivo identificar os padrões estruturados dessa

transformação”. Os autores compreendem também que a estrutura cognitiva se dá a partir do conjunto de conteúdos, conceitos, pensamentos e ideias e a maneira como se organizam na mente de um sujeito.

A partir de uma visão geral, entende-se que a Aprendizagem Significativa é uma teoria definida por Moreira (2011, p.13) como:

Aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe. Substantiva quer dizer não-literal, não ao pé da letra; e não arbitrária significa que a interação não é com qualquer ideia prévia, mas sim com alguns conhecimentos especificamente relevantes já existentes na estrutura cognitiva do sujeito que aprende.

O ensino significativo permite com que o aluno estabeleça relações lógicas no material instrucional, conseguindo apontar relações claras entre seus saberes prévios e novo conhecimento apresentado. Os novos conhecimentos atrelados ao conhecimento prévio serão menos complexos de serem aprendidos e tornarão sua aplicação mais palpável, pois, entende-se que o processo de aprendizagem parte daquilo que já conhecemos (AUSUBEL, 1976).

Para Tavares (2004), esse processo de aprendizagem pode acontecer através de duas maneiras: I- quando o aluno retém os novos conhecimentos de maneira literal, o que pode ser caracterizado como aprendizagem mecânica, e ele somente conseguirá reproduzir este conteúdo de forma idêntica a forma que lhe foi apresentada, não sendo capaz de utilizar essa informação em diferentes contextos; II- o aprendiz consegue fazer *e/ou* entre as novas informações e seu conhecimento prévio, então há a construção de significados pessoais para essa informação, configurando-se assim a aprendizagem significativa.

Duas condições essenciais devem ser levadas em conta acerca da aprendizagem significativa. Segundo Moreira (2011, p.24): 1) o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo, ou seja, o material em questão deve possuir significado lógico e também, tenha em sua estrutura cognitiva ideias-âncoras relevantes de modo que esse material possa ser relacionado, associação essa que deve acontecer de modo não arbitrário e não literal e 2) o aprendiz deve apresentar uma

predisposição para aprender, o aprendiz deve querer relacionar os novos conhecimentos a seus conhecimentos prévios, não se tratando necessariamente de uma motivação ou o gostar do conteúdo, mas, por alguma razão, o sujeito que aprende deve se predispor a fazer essa relação, a fim de que sua estrutura cognitiva prévia seja modificada, enriquecida, elaborada e possibilitando novos significados esses conhecimentos.

De acordo com Moreira (2000), para que aconteçam avanços em direção a uma aprendizagem significativa crítica, na qual o aluno utiliza os novos conhecimentos para questionar sua posição como cidadão, é necessário a diversificação de estratégias de ensino aliada ao abandono da exclusividade do livro como único método didático em sala de aula. Colaborando com a ideia, Amaral (2010, p. 2) afirma que:

A utilização de uma única estratégia pouco contribui para um trabalho pedagógico de qualidade. Sendo assim, um conjunto de estratégias planejadas assegura tanto a interatividade do processo ensino-aprendizagem como a construção de conceitos significativos pelos estudantes, permitindo uma abordagem integradora e evitando a fragmentação de um mesmo conceito.

Nesse sentido, Santos (2008) ressalta que o papel principal do professor para promover a aprendizagem significativa consiste em desafiar os conceitos que já foram aprendidos, a fim de que haja uma reconstrução mais ampla e consistente, para que se tornem mais inclusivos com relação a conceitos novos. Logo, essa ação deve estar presente no planejamento das aulas e no processo de escolha das práticas metodológicas, pois, Nascimento e Manso (2014) expressam que planejar uma aula potencialmente significativa consiste em buscar formas criativas de desafiar as estruturas conceituais dos discentes.

Uma vez que, como afirmam Mello et al., (2005) a paleontologia vem ganhando reconhecimento por conta dos estudos realizados com esse intuito de uma melhor compreensão e entendimento do processo de inúmeros acontecimentos ocorridos no passado, a mesma ainda é apresentada ou introduzida a partir dos dinossauros, deixando a desejar outros pontos também importantes como fósseis, tipos de fósseis, origem da vida e etc. Os

autores relatam que existem diversos fatores para que isso ocorra os quais permeia entre a deficiência de clareza na formação inicial do docente, a abordagem superficial no currículo, a jornada de trabalho, pouco material didático de apoio, a falta de atualização e até mesmo por considerarem o conteúdo de difícil entendimento.

Diante disso, faz-se importante ressaltar o que Ausubel trata como aprendizagem mecânica, ele a caracteriza como algo apenas memorístico, sem significado, ou seja, conhecimento a curto prazo e com rápido esquecimento e esta traz pouca ou nenhuma informação capaz de favorecer um *link* com algo que o sujeito já possua conhecimento.

Na tentativa de reduzir as dificuldades em relação ao elo do conteúdo com a realidade do educando e conseguir promover uma aprendizagem significativa, especificamente no que se refere ao ensino dos conteúdos de Paleontologia, muito tem se discutido acerca propostas para colaborar em uma mudança do quadro no Ensino Básico do Brasil (DUARTE et al., 2007).

Trabalhos como de Dias e Martins (2017) e Faria et al. (2007) relatam acerca da utilização de diferentes abordagens práticas, como: jogos, oficinas de réplicas de fósseis, ferramentas digitais e etc. porém, paralelo a isso existe uma discussão acerca incorporação de atividades práticas e lúdicas em sala de aula, devido à dificuldade existente na transformação da teoria lúdica em uma ferramenta eficiente de aprendizado (SANTOS et al., 2008). Para esses autores, a falta de profundidade do conteúdo abordado pode levar os professores a aplicarem tais abordagens em qualquer situação.

No entanto, como sugere Faria et al. (2007), a exposição desses recursos de ensino, o entendimento dos resultados da aplicação dessas estratégias torna-se necessário para uma contribuição significativa no processo de ensino e aprendizagem. Na opinião desses pesquisadores, a compilação e discussão de abordagens já aplicadas poderão auxiliar professores e pesquisadores da área, facilitando assim a realização de metodologias de ensino exequíveis por vários profissionais da educação em instituições de ensino básico.

Dias e Martins (2018), por exemplo, apontam que a utilização de *caixas de fossilização* para a demonstração do soterramento do fóssil para alunos do Ensino Infantil (MELLO et al., 2005), dos Anos Iniciais do Ensino Fundamental (MELLO et al., 2005; NEVES et al., 2008), Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio (IZAGUIRRY et al., 2013) tem sido uma estratégia utilizada pelos professores. Na opinião de Neves et al. (2008), nesse tipo de atividade é promovida a interação dos alunos com o retrato do ambiente natural para haja o entendimento dos processos de fossilização e coleta dos fósseis, que ali são representados em uma caixa de areia com fósseis enterrados e uma cartilha de identificação.

Uma outra abordagem prática discutida para o ensino da Paleontologia é a utilização de jogos. De acordo com Neves et al. (2008), o jogo proporciona estratégias mentais que visa estimular o pensamento e promover o envolvimento emocional. O autor relata que quando o aluno aprende se divertindo a compreensão do conteúdo ocorre com uma melhor eficiência. O resultado satisfatório dos alunos a esta prática de ensino foi relatado por Izaguirry et al. (2013), aplicando um jogo de tabuleiro com perguntas sobre o tempo geológico e um jogo sobre evolução da vida na Terra para alunos do Ensino Fundamental e Médio. Neves et al. (2008) também aplicaram um jogo de tabuleiro aos alunos do Anos Finais do Ensino Fundamental com perguntas e pistas sobre três diferentes casos: origem da vida, processo de fossilização e extinção dos dinossauros.

Para Dias e Martins (2017), os jogos podem promover um avanço na aprendizagem do conhecimento oriundo em sala de aula e também desenvolver a capacidade na resolução dos problemas envolvidos. Jogos de estratégia instiga o aluno a criar meios de ação na solução de problemas e o qual observou-se a interação, união e um bom gerenciamento do jogo pelos alunos (RODRIGUES et al. 2015).

As réplicas no ensino da paleontologia na Educação Básica têm consistido em uma outra estratégia de ensino no âmbito da complementação do conteúdo teórico. Bergqvist e Prestes (2004) realizaram uma oficina para

alunos do Ensino Fundamental com kit paleontológico, composto por réplicas de fósseis prontas e cartilha com informações sobre taxonomia e ecologia dos fósseis presentes no kit. Na cartilha havia perguntas-desafio com o objetivo de que os alunos descobrissem a idade da bacia onde foram encontrados os fósseis e descrever características acerca do ambiente que viviam. Essa atividade caracterizada como investigativa atuam diretamente como estímulos na construção do raciocínio científico do sujeito.

Outra estratégia de ensino utilizada pelos docentes é o uso da tecnologia digital. Isto porque o conhecimento muitas vezes está vinculado ao avanço tecnológico, fazendo com que as estruturas das práticas educacionais se modifiquem ao longo do tempo (MOREIRA *et al.*, 2011).

Segundo Ramos *et al.*, (2011) não somente o uso de computadores e acesso à Internet mas, diversos recursos digitais educacionais foram e vêm sendo utilizados nas escolas a fim de promover a melhora no processo ensino-aprendizagem, como a utilização de disquetes, CD-ROM, *softwares*, lousa digital, televisores, *tablets*. Em contrapartida, segundo o autor, enquanto algumas dessas tecnologias não se popularizam pela falta de recursos financeiros das escolas, outras podem cair em desuso frente ao avanço tecnológico, como é o caso do disquete e CD-ROM.

A utilização de materiais digitais no ensino da paleontologia na Educação Básica no Brasil ainda é escassa. Relatos da utilização desses recursos foram feitos em dois artigos com alunos dos Anos Finais do Ensino Fundamental (SOBRAL *et al.*, 2010) e médio (DANTAS *et al.*, 2009). Ambos os trabalhos apresentaram a aplicação do CD-ROM após uma oficina expositiva, método digital que atualmente está sendo substituído por alternativas mais avançadas, como por exemplo, os aplicativos em *tablets* e *softwares*.

Os autores dos dois trabalhos também relatam que os alunos participaram ativamente durante a atividade. Quando em contato com o tema em atividades lúdicas, os alunos tendem a ser mais receptivos e a

se envolverem com as atividades (SOBRAL et al., 2010). E, de acordo com eles o conteúdo digital tem propósito de auxiliar no conhecimento teórico dos alunos e também de construir novos conhecimentos.

Os recursos digitais podem ser considerados formas diferenciadas de ensino, muitas vezes envolvendo baixo custo de elaboração/criação e, em comparação ao livro didático, possuem maior capacidade de armazenar informações de texto e imagens, além de produzir sons (SOBRAL et al., 2010). No entanto, muito ainda se tem a avançar com o desenvolvimento de recursos digitais interativos no ensino de Paleontologia.

Bergqvist e Prestes (2004) defendem que, mesmo compreendendo o seu potencial, a utilização de recursos digitais que contenham textos explicativos e imagens tornam-se somente informativos e não apresentam um problema a ser investigado. Esse conhecimento pode ser rapidamente esquecido devido à metodologia empregada não possibilitar a apropriação do conhecimento.

A esse respeito, Dantas e Araújo (2009), salientam que a utilização desses recursos não devem ser vista como solução no problema da educação, mas como uma ferramenta importante na construção de novas metodologias de ensino, onde o professor desempenha o papel de orientação dos alunos, e não mais como única fonte de conhecimento.

Visitações a parques fossilíferos e museus também têm sido utilizadas como estratégias de ensino e podem servir de referenciais para o conhecimento das variações sofridas pelo planeta ao longo dos diferentes períodos históricos, onde lacunas no conhecimento dos alunos da Educação Básica podem ser preenchidas pelos objetos e exposições (RODRIGUES et al., 2015).

De acordo com Almeida et al., (2013), essas atividades extraescolares possuem propostas educativas e pedagógicas distintas e permitem a maior interação entre alunos com o conteúdo abordado. Apesar das estratégias práticas de ensino desenvolverem o raciocínio do aluno e gerarem um certo grau de independência, a presença do professor

nestas atividades é indispensável, uma vez que atua como agente instigador e mediador (BERGQVIST; PRESTES, 2014).

Assim também, citamos o que Ausubel trata acerca do uso de mapas conceituais, os quais consistem em diagramas que buscam indicar as relações entre os conceitos ou entre as palavras que utilizamos afim de representar esses conceitos. Logo, de acordo com Silva (2018, p. 115):

“Estes são instrumentos importantes capaz de evidenciar significados que foram atribuídos a determinado conceito e relações entre conceitos dentro de um contexto de um conteúdo, de uma disciplina, de uma matéria, em que o indivíduo une os conceitos, através de diagramas, linhas e seja capaz de explicar o significado e a relação entre os conceitos.”

Diante da exposição de possíveis metodologias de ensino e refletir acerca de suas contribuições no ensino da paleontologia, entende-se que aliar o aspectos educacionais e afetivos, pode-se promover uma aprendizagem mais significativa a uma evidência no que se refere ao conhecimento científico como resultado do raciocínio lógico e também de valores que são construídos no decorrer da formação escolar (SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Pontuaschaka (2005) enfatiza que o aprendizado entre os sujeitos sociais e os objetos, e a realidade na qual o estudante faz parte possui uma história, que vai permitir uma contextualização de diversos momentos da escola, do ensino e da aprendizagem, ou seja, de acordo com o que Ausubel retrata, essa história poderá servir de ancoras para chegar a uma aprendizagem significativa.

## CAPÍTULO 2: PERCURSOS DA PESQUISA

### A) A abordagem metodológica e a coleta de dados

A abordagem de pesquisa adotada para este trabalho é de natureza qualitativa. Segundo Chizzotti (2010), a abordagem qualitativa parte do fundamento de que há uma relação dinâmica entre o mundo real e o sujeito, que logo é o observador e faz parte do processo de conhecimento e interpreta os fenômenos, atribuindo-lhes um significado. Também porque não se preocupa com representatividade numérica, mas sim, com o aprofundamento da compreensão dos sujeitos investigados (GERHARDT; SILVEIRA, 2009).

Tendo em vista que o objetivo principal do trabalho consiste em analisar como a paleontologia está inserida nos livros didáticos de Biologia e como os professores da rede estadual de ensino de Anápolis – Goiás, propõem, discutem e desenvolvem metodologias para esses conteúdos, no que se refere aos dados relativos a *primeira instância da transposição didática*<sup>1</sup> – os livros de Biologia – são constituídos por duas coleções (Figura 1 e 2), a saber:



**Figura 1:** capa do livro da coleção BIO, v. 1.



**Figura 2:** capa do livro da coleção Biologia Moderna, v. 1.

Essas coleções foram escolhidas em função da disponibilidade dos professores em participar da pesquisa. Para o processo de coleta de dados, inicialmente se fez um levantamento das escolas públicas de Anápolis – GO que ofertam o Ensino Médio, afim de verificar a possibilidade de os professores da área de Biologia participarem da pesquisa. Foram visitadas dez escolas públicas e em uma reunião previamente agendada com a direção foi feita uma explanação da pesquisa aos professores da área, salientando os objetivos, a forma de realização, a entrega de um termo de consentimento (Apêndice 1) e a importância desse tipo de pesquisa para área de Ciências Naturais.

Cabe ressaltar que nas escolas visitadas aparecem, pelo menos cinco coleções para o ensino de Biologia. No entanto, no âmbito deste trabalho foram analisadas apenas as duas coleções acima mencionadas justamente porque elas são as que servem de referência aos professores que aceitaram colaborar com a investigação.

No que se refere o processo de coleta de dados acerca da segunda instância da transposição didática – a *apresentação e discussão pelos professores dos conteúdos paleontológicos em sala de aula*, foram entrevistados dez professores de Biologia. A ideia era compreender como eles apresentavam e discutiam os temas referentes à paleontologia em suas aulas.

As entrevistas foram do tipo semiestruturadas, com o auxílio de um roteiro (Apêndice 2) previamente feito. Esse roteiro foi testado e validado com alunos do curso de Mestrado em Ensino de Ciência da Universidade Estadual de Goiás. A validação foi justamente para verificar como os entrevistados poderiam compreender as questões levantadas na entrevista e de modo a não comprometer a execução da pesquisa.

## **B) Caracterização do sujeito de pesquisa**

Dos dez professores entrevistados cinco são do sexo feminino e cinco do sexo masculino. A idade dos sujeitos da pesquisa varia entre 24 e 47 anos de idade. Todos possuem formação de nível superior em Biologia,

licenciatura. Três professores possuem mestrado, seis possuem especialização e um não possui nenhuma pós graduação. O tempo de profissão varia de um ano e meio a 19 anos de sala de aula, todos trabalham entre 30, 40 ou 60h semanais, sendo quatro deles trabalham apenas a disciplina de Biologia, os outros seis trabalham com mais um ou duas disciplinas diferentes para complementação de carga horária. Todos trabalham na rede estadual de ensino da cidade de Anápolis – GO.

Nesse sentido, tanto para descrever como os livros didáticos de Biologia abordam o conteúdo de paleontologia e como os professores abordam e discutem esse conteúdo paleontológico utilizou-se a Abordagem Textual Discursiva – ATD, nos termos propostos por Moraes e Galiazzi (2003) como ferramenta de análise.

### **C) Análise de dados – ATD**

A ATD é uma metodologia de análise de dados que, segundo os pesquisadores, transita entre duas formas consagradas de análise na pesquisa qualitativa que são a *análise de conteúdo* e a *análise de discurso*. Existem inúmeras abordagens entre estes dois polos, que se apoiam de um lado na interpretação do significado atribuído pelo autor e de outro nas condições de produção de um determinado texto, resultando na análise da pesquisa (MORAES; GALIAZZI, 2003).

A análise textual discursiva é descrita como um processo que se inicia com a *unitarização*, etapa em que os textos são separados em unidades de significado. Essas unidades por si mesmas podem gerar outros conjuntos de unidades oriundas da interlocução empírica, da interlocução teórica e das interpretações feitas pelo pesquisador. Nesse movimento de interpretação do significado atribuído pelo autor, exercita-se a apropriação das palavras de outras vozes para compreender melhor o texto.

Depois da realização da *unitarização*, que precisa ser feita com intensidade e profundidade, passa-se a fazer a articulação de significados semelhantes em um processo denominado de *categorização*.

Nessa segunda etapa, reúnem-se as unidades de significado semelhantes, podendo gerar vários níveis de categorias de análise.

A ATD tem no exercício da escrita seu fundamento enquanto ferramenta mediadora na produção de significados e por isso, em processos recursivos, a análise se desloca do empírico para a abstração teórica, que só pode ser alcançada se o pesquisador fizer um movimento intenso de interpretação e produção de argumentos. Esse processo todo gera a última etapa que são os *meta-textos* analíticos que irão compor os textos interpretativos. Esses meta-textos consolidam, finalmente, os significados organizados e interpretados da pesquisa.

Na primeira etapa da análise, foi feita a fragmentação do *corpus* – resultados puros – compreendido como a matéria-prima da pesquisa, emergindo as unidades de significado. No que tange às coleções de LD analisados, estas foram previamente analisadas para verificar quais conteúdos de Paleontologia abordavam os livros analisados. Seguindo a *unitarização* proposta pela ATD, se identificou que essas coleções abordam os saberes paleontológicos nos volumes 1 e 3, o que corresponde a 1ª e 3ª série do Ensino Médio.

Para construir um padrão de análise para as coleções de LD e procurando seguir a segunda etapa proposta pela ADT – a *categorização* – foram elencadas duas categorias que são: *conceito* (seu enfoque está no conteúdo teórico) e *abordagem* (seu enfoque está na forma de apresentação do conteúdo) (Tabela 1), como categorias que foram indispensáveis na compreensão de como são abordados os saberes paleontológicos nos dois volumes que tratam da temática.

Tabela 1 – síntese das categorias observadas nas coleções de LD.

CATEGORIAS	ENFOQUES
<b>CONCEITUAL</b>	Enfoque científico; Clareza, concisão e objetividade; Atualização dos conceitos; Ausência de contradições conceituais.
<b>ABORDAGEM</b>	Recursos visuais; Atividades apresentadas; Recursos adicionais.

Em relação a categoria *conceitual*, se procurou estabelecer critérios voltados para o enfoque científico – conteúdo específico – correlacionando-o com aspectos educacionais, como por exemplo, grau de complexidade, estímulo à problematização e o nível de contextualização do conhecimento. Partiu-se do princípio de que as informações trabalhadas nos livros didáticos devem promover o contato do aluno com o conhecimento disponível sobre Paleontologia, possibilitando a compreensão da realidade que o cerca.

Dessa forma, os critérios propostos visam identificar a adequação entre o conteúdo científico abordado nos livros e o universo cognitivo daqueles a quem se destinam. Essas categorias que emergiram no processo de análise dos livros analisados foram agrupadas segundo suas semelhanças semânticas.

Na análise dos *conceitos encontrados nas coleções*, enfatizou-se clareza, concisão e objetividade da linguagem utilizada, além da *ausência de contradições conceituais*. Essas características aumentam a eficiência do processo de aprendizagem – especialmente quando o aluno utiliza o livro fora do horário de aula. A sintonia com os recentes avanços das Ciências Biológicas foi avaliada através da análise do *grau de atualização* dos conceitos trabalhados.

Partindo do entendimento que os livros didáticos não contêm apenas linguagem textual, outros elementos informativos facilitam a

atividade docente, a compreensão pelo aluno, e subsidiam a aprendizagem. Já imaginaram a reação de um aluno ao se deparar com um livro sem figuras, esquemas ou quadros? O livro deveria utilizar tais recursos para transformar, por exemplo, a leitura sobre o tempo geológico em uma descoberta de um mundo de formas, adaptações, ambientes e cores. Diante disso, destaca-se a categoria de *abordagem*, levando em consideração os recursos visuais, as atividades propostas e recursos adicionais presente nas coleções de LD.

A observação das imagens veiculadas pelos livros didáticos contemplou questões como a *qualidade da impressão*, a sua *inserção ao longo do texto*, e a *relação estabelecida entre texto e imagem*. Nesse sentido, procurou-se nos livros didáticos verificar a predominância de imagens altamente didatizadas.

Procurou-se verificar se havia equilíbrio entre o aprofundamento promovido pelas imagens e as limitações impostas pelas mesmas à capacidade de interpretação dos alunos. Isto porque se entende que a função das ilustrações é tornar as informações mais claras, estimulando a compreensão e a interação entre leitores e o texto científico. Desta forma, os títulos que apresentam extremos - ilustrações em excesso ou escassas – podem não atender o equilíbrio esperado.

Propôs-se também uma análise das *atividades presentes* nos livros didáticos com ênfase na identificação de possibilidades de contextualização e problematização dos conhecimentos. Nesse critério foram analisados *as questões propostas*, *as atividades práticas*, *o estímulo a novas tecnologias e projetos em grupo*.

Outro critério analisado foram os *Recurso Adicionais*. Definiu-se como recursos complementares ou adicionais os artifícios encontrados pelos autores para facilitar e direcionar a interação entre o livro e os professores e alunos. Glossários, atlas ilustrativos, cadernos de exercícios, guias de atividades experimentais, complementam as necessidades do aluno, oferecendo novas oportunidades de exercitar o

conhecimento em construção e proporcionando melhor compreensão das informações trabalhadas ao longo da obra.

Procurou-se seguir o mesmo padrão de tratamento e análises adotados para os livros didáticos, nas entrevistas realizadas com professores participantes da pesquisa. E, seguindo as etapas da ATD, ao realizar a unitarização que consistiu no processo de transcrição de áudios e direcionamento do material que foi utilizado, posteriormente foram elencadas duas categorias, as mesmas utilizadas na análise dos livros didáticos: *conceitual* (com o enfoque na concepção dos professores acerca do conteúdo de paleontologia) e *abordagem* (o enfoque consiste nas estratégias de ensino para o conteúdo em questão).

Na terceira fase proposta pela ATD construiu-se textos descritivos, compreendidos como meta-texto, em que se fez a interpretação das categorias propostas de ambas as instâncias.

Dessa forma, a utilização da ATD para analisar como os livros didáticos de Biologia e os professores abordam e discutem os saberes paleontológicos foi muito produtiva. Isto porque ela possibilitou verificar como esses conteúdos são tratados didaticamente nesses dois momentos da transposição didática na área de Biologia. Em relação aos livros didáticos, a ATD permitiu identificar os saberes sobre Paleontologia que são eleitos como ensináveis e como os professores os apresentam e discutem em suas salas de aula.

### **CAPÍTULO 3: LIVROS DIDÁTICOS E PROFESSORES E ENSINO DE BIOLOGIA: O QUE NOS REVELAM SOBRE PALEONTOLOGIA?**

#### **A) Os conteúdos de Paleontologia nos livros didáticos analisados**

A adoção dos livros didáticos no Brasil teve seu início no ano de 1929, através do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) que desde então vem auxiliando as escolas e profissionais na sua escolha. Distribuídos pelo Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação (FNDE), o material é destinado aos estudantes do ensino público Fundamental e Médio, e contemplando a Educação Infantil apenas com manual do professor (BRASIL, 2019).

Apesar de ser uma ferramenta comum, é difícil definir a função que o Livro Didático – LD exerce ou ao menos deveria exercer em sala de aula. Nesse sentido, Gérard e Roegiers (1998, p.19), descrevem o LD como um “instrumento impresso, intencionalmente estruturado para se inscrever num processo de aprendizagem, com o fim de lhe melhorar a eficácia”.

Para essa perspectiva, ele assume diferentes funções, dependendo das condições, do lugar e do momento que é elaborado e utilizado nas diversas ocasiões escolares. Por ser compreendido como uma ferramenta de inúmeros enfoques, ele é pesquisado como produto cultural, como mercadoria atrelada ao mundo editorial, como apoio de conhecimento e de métodos de ensino das diferentes disciplinas presentes no currículo escolar (SIGANSKI; FRISON; BOFF, 2010).

O livro didático é o recurso mais utilizado pelos docentes em sala de aula, tendo ultimamente um papel fundamental nas escolas brasileiras como direcionador do processo de ensino-aprendizagem (CASTILHO, 1997; SANDRIN et al., 2005; CASAGRANDE, 2006). Além disso, consiste para muitos professores em uma das únicas fontes no planejamento de aulas. Geralmente tomam o conhecimento científico desses instrumentos como padrão do que deve ser ensinado aos alunos (CASAGRANDE, 2006; MASSABNI; ARRUDA, 2000). Dessa forma, a utilização do livro didático tem

sido caracterizada pela simplificação dos conteúdos e pelo escasso tempo para elaboração das aulas (SILVA; TRIVELATO, 1999).

De maneira recorrente, ao trabalhar os conteúdos de suas disciplinas, os educadores se deparam com instrumentos de trabalho frágeis, o que pode resultar em uma dependência ao uso do LD. A esse respeito, Krasilchik (2008, p.184) de modo crítico afirma:

o docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planejado por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando-se simplesmente um técnico.

Segundo Luckesi (2004), o LD é um meio de comunicação através do qual o aluno recebe a mensagem escolar e cujo papel social, não seria mais do que é refletido pela própria sociedade.

Partindo do pressuposto de que o livro didático é uma produção do ser humano, caracteriza-se como um produto não neutro sujeito às limitações ideológicas, culturais, filosóficas dos autores que os elaboram, seu processo de escolha deve ser cuidadoso, cabendo ao docente, olhar para ele crítica e criteriosamente; sua escolha deve pautar-se na qualidade dos conceitos que apresentam e na utilidade de catalisar a apropriação do conhecimento pelo aluno (SOARES, 1996).

Especificamente sobre a Paleontologia nos livros didáticos de Biologia, Araújo Jr. e Porpino (2010) demonstraram que sua abordagem está atrelada a sua utilização como ferramenta fornecedora de informações sobre a evolução dos seres vivos e para a sistemática biológica, além de estar frequentemente associada a discussões sobre origem dos principais grupos de plantas, animais e micro-organismos (CASSAB, 2004).

Analisando as duas coleções, pode-se encontrar como saberes paleontológicos tematizados (Quadro 1) conceito de fósseis, processos de fossilização, datação de fósseis e tempo geológico e suas subdivisões. Esses conceitos são recorrentes nas duas coleções analisadas.

Quadro 1 – Conteúdos abordados nos livros analisados

<b>Livro</b>	<b>Volume</b>	<b>Capítulo</b>	<b>Conteúdos tematizados</b>
BIO	1 e 3	<p>Evolução: processos evolutivos</p> <p>Evolução humana;</p> <p>Das origens aos dias de hoje.</p>	<p>Conceitos de fósseis;</p> <p>Importância dos fósseis;</p> <p>Processo de fossilização; Datação dos fósseis; Tempo geológico e suas subdivisões;</p>
BIOLOGIA MODERNA	1 e 3	<p>Origem da vida na Terra;</p> <p>A origem de novas espécies e dos grandes grupos de seres vivos;</p> <p>Evolução humana.</p>	

Nas duas coleções em análise, os conteúdos referentes à Paleontologia apresentam-se diluídos em diversos capítulos. Na coleção BIO, por exemplo, esses conteúdos estão inseridos nos capítulos destinados à compressão da origem da vida e dos processos evolutivos, que de acordo com um estudo quantitativo de Beneti et al (2009), ao associar as temáticas ao número de páginas, esses conteúdos encontrados perfazem o total de 0.99% de todo o conteúdo abordado no livro. Nesse volume, os conceitos básicos da Paleontologia que são mencionados são: o tempo geológico (Figura 3A), definições de fósseis (Figura 3B), processos de fossilização (Figura 3C) e a importância dos estudos dos fósseis (Figura 3D).

**7. A dinâmica da Terra e da vida ao longo do tempo**

O estudo da dinâmica da Terra envolve conceitos de várias áreas do saber, como a Geografia e a Física. Atente para isso durante o estudo da dinâmica da Terra e dos movimentos litosféricos. Você perceberá como a construção do conhecimento é feita de maneira interdisciplinar, com a colaboração de pesquisadores e cientistas de várias áreas ao longo do tempo.

A diversidade atual de seres vivos é muito grande, mas nem sempre foi igual à que temos hoje.

Com base em registros que os seres vivos deixaram principalmente nas rochas sob a forma de **fósseis** e em estudos das mudanças nas condições ambientais, pelos quais o nosso planeta passou até os dias de hoje, os cientistas dividem o tempo geológico em eras, as quais são subdivididas em períodos, que são formados por épocas. Um resumo dos principais acontecimentos sobre a vida ao longo do tempo geológico está apresentado no infográfico das páginas 160 e 161 (Fig. 7.23).

As mudanças na composição da fauna e da flora de nosso planeta ao longo do tempo foram acompanhadas também por profundas mudanças climáticas e por alterações na crosta terrestre. A Terra foi e ainda é um planeta em transformação.

A distribuição dos mares e das terras mudou muito ao longo da evolução do planeta. A **litosfera**, camada

mais externa da Terra, é formada por cerca de 20 **placas litosféricas**, que ficam sobre o manto. Algumas dessas placas contêm áreas submersas e outras algumas áreas emersas, as quais formam ilhas. É o caso da placa do Pacífico. Outras, no entanto, são formadas também por continentes, como a placa Sul-americana, que contém grande parte do continente sul-americano.

A espessura dessas placas é variável. As porções das placas que formam o fundo dos mares podem ser muito delgadas, com cerca de 10 km de espessura, enquanto as porções que formam regiões montanhosas chegam a ter 250 km de espessura.

Essas placas não estiveram sempre na posição mostrada no mapa (Fig. 7.19). Ao longo da evolução da crosta terrena, elas se deslocaram e ainda continuam se deslocando. Esse deslocamento é explicado pela teoria da tectônica de placas, a qual se baseia nas correntes de convecção que se formam no manto. Ao contrário do que muitas pessoas pensam, o manto não é formado por magma ou por qualquer material líquido. Ele é formado por material quente de comportamento viscoso e moldável e é aquecido por desintegração de átomos que ocorre no núcleo da Terra. Com isso, a porção do manto mais próxima do núcleo fica mais quente e menos densa que a porção mais próxima

Para entender a diversidade de vida como fruto da evolução um longo e polêmico caminho foi percorrido. A aceitação das ideias evolutivas não foi fácil nem livre de disputas acirradas. Até hoje há correntes que contestam a evolução, postulando-se em explicações que eram as mais comuns até meados do século XIX. Essa forma de pensar defende a criação divina dos seres vivos, corrente chamada **criacionismo**, e que os seres vivos, uma vez criados, não mudam ao longo do tempo, falando-se em **fixismo**. Com base nesse modo de pensar, as espécies de seres vivos são caracterizadas por uma **essência** própria, imutável e universal, falando-se em **essencialismo**. Assim, as variações entre os indivíduos dentro de cada espécie são entendidas como acidentais ou imperfeições, apesar da existência de intergerações ainda nos dias de hoje, as quais as novas são as mais amplamente aceitas na comunidade científica e são a base dos estudos atuais na área.

Evolução é central na forma de se pensar hoje em Biologia, como bem colocado em 1973 pelo cientista soviético Theodosius Dobzhansky (1900-1975): "Nada em Biologia faz sentido a não ser sob a luz da Evolução".

Vamos analisar, neste capítulo, as principais evidências que suportam o conceito de evolução e as principais teorias evolutivas. Estudaremos também os processos de especiação, que se referem à formação de novas espécies.

**2. Evidências da evolução**

Entender a evolução dos seres vivos e suas relações de parentesco exige a análise de muitas evidências. Dentre elas, destacamos os **fósseis**, as **homologias**, os **órgãos vestigiais**, os **dados moleculares** e a **embriologia comparada**. Vamos comentar um pouco sobre cada uma delas.

**2.1. Fósseis**

É considerado fóssil qualquer indício da presença de organismos que viveram em tempos remotos na Terra (Fig. 10.3).

Existem vários processos de **fossilização**. Um dos mais comuns é o de substituição da parte orgânica de estruturas rígidas do corpo por minerais do solo, falando-se em **petrificação** (Fig. 10.4). É o que acontece na fossilização de tecidos lenhosos das plantas e de esqueletos (Fig. 10.5).

**Figura 10.3.** Esquema mostrando alguns indícios presentes em fósseis de dinossauros. (Elementos representados em diferentes escalas, com fantasia.)

**Figura 10.4.** Fotografia de troncos de árvore petrificados. Podem ser encontrados em Tonsina (C) e em Santa Rita, Mato e São Pedro do Sul (RS). Em Mato, troncos com 8 metros petrificados da era Mioceno são abundantes. A sílica, constituindo a química da areia, foi substituída por sílica do corpo da árvore, petrificando-a.

Quando um organismo morre, seu corpo fica depositado sobre o solo, no assoalho oceânico ou no leito dos rios, dependendo do seu hábitat, e sofre decomposição. Ao longo do tempo, pode ser enterrado por camada de sedimento e sofrer fossilização. Sobre essas novas camadas, outros organismos podem passar pelo mesmo processo.

As camadas de sedimentos depositam-se umas sobre as outras. Com isso, em geral, as camadas mais inferiores são as que se formaram primeiro e são as mais antigas; os fósseis nelas encontrados correspondem à função da movimentação da crosta terrestre, as camadas de sedimento podem sofrer dobramentos, quebras ou ser removidas pela ação erosiva dos ventos e da água. Algumas vezes, essas alterações na crosta causam a inversão das camadas de sedimento, de modo que as camadas e os fósseis mais antigos acabam ficando na parte superior, mascarando a interpretação (Fig. 10.7).

**Figura 10.6.** Esquema ilustrativo mostrando a formação de fósseis de peixes. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.) 1) O peixe A morreu e foi soterrado pelos sedimentos do fundo do rio. 2) O peixe B morreu e é soterrado em uma camada de sedimentos superior à do peixe A. 3) No processo de fossilização, os esqueletos dos peixes soterrados sofrem substituição por minerais. 4) Ao longo de milhares de anos, novas camadas de sedimentos são depositadas sobre as camadas mais velhas, que vão se consolidando de modo a formar uma rocha sedimentar. Assim, é possível saber que o fóssil do peixe A é mais antigo que o fóssil do peixe B, podendo-se, ainda, corroborar essa informação pela datação das rochas.

**Figura 10.7.** Esquema de parte da crosta terrestre em corte, mostrando como os movimentos podem alterar as camadas sedimentares e a erosão pode expor partes dos fósseis. (Elementos representados em diferentes escalas; cores fantasia.)

Todo o processo fica "registrado" em rochas sedimentares, que representam um "livro" que conta a história da vida na Terra. De maneira geral, esse "livro" não é completo e isso ocorre por diversas razões: não são todos os organismos que deixam registros fósseis; esses fósseis não são fáceis de ser encontrados e algumas folhas desse "livro" podem estar mal preservadas ou faltando.

CAPÍTULO 10 • Processos evolutivos 239

A importância do estudo dos fósseis para a evolução está na possibilidade de conhecermos organismos que viveram em épocas remotas da Terra e muitas vezes sob condições ambientais distintas das encontradas atualmente. Isso nos mostra que nosso planeta foi habitado por organismos diferentes dos atuais e que muitos deles têm semelhanças com espécies recentes, o que nos fornece indícios de parentesco evolutivo. Por isso, os fósseis são considerados importantes testemunhos da evolução.

**Figura 3:** (A) tempo geológico na coleção BIO v. 1, p.158. (B) definição de fósseis na coleção BIO v. 3, p. 238. (C) processos de fossilização na coleção BIO v. 1, p. 239. (D) trecho da importância do estudo dos fósseis na coleção BIO v. 1, p. 240.

Em se tratando do livro de Biologia do Ensino Médio, em que o objetivo, por exemplo, é estudar as diversas formas de vida existentes na biosfera através de enfoques e níveis de complexidade e, inferir as mudanças na biota ao longo do tempo a partir de evidências consideradas diretas ou indiretas, incluindo o registro dos fósseis - objeto de estudo da Paleontologia- a Paleontologia é tratada principalmente dentro do tema Evolução (DANTAS; ARAÚJO, 2006).

Alguns autores, como Marques (1999); Moura e Barreto (2003); Mello e Torello-de-Mello (2005); Sarkis e Longhini (2005), afirmam que os problemas recorrentes relacionados às abordagens da Paleontologia no Ensino Médio (e também nos anos finais do Ensino Fundamental) estão ligados diretamente à utilização de livros didáticos inadequados e/ou à falta de clareza dos professores sobre os conteúdos paleontológicos abordados.

Essa falta de clareza dos professores, ao nosso ver, reflete mais uma vez sobre seu processo de formação inicial. Isto porque os cursos de formação de professores na área das Ciências Naturais, inclusive a Biologia, tematizam a Paleontologia de maneira genérica ou transversalmente.

Pode-se afirmar, no entanto, que, em função do objetivo da formação em licenciatura em Biologia, a tematização mais profunda dos conceitos oriundos da Paleontologia se faz importante por servir como base para a compreensão de temáticas mais abrangentes, como a homologia (Figura 4A), o surgimento da vida (Figura 4B), a história evolutiva da vida (Figura 4C), além de fornecer bases para o estudo das transformações geográficas ocorridas na Terra (Figura 4D).

Como se pode verificar nos exemplos abaixo retirados das duas coleções analisadas.

### 1. A vida em constante evolução

A **biodiversidade** (bio = vida) é resultado da evolução e, para entendê-la, temos de ter em mente que a vida e o ambiente físico estão em constante processo de interação e de mudança.

De maneira geral, quando se fala em biodiversidade, o que nos vem à mente é a variedade de espécies. Embora essa interpretação seja correta, o termo biodiversidade tem sido ampliado e também inclui a diversidade de genes em populações e a de ecossistemas.

Nesta unidade, nosso enfoque será nos processos relacionados com a evolução biológica, procurando entender como surge e se estabelece a diversidade dos seres vivos. A diversidade de espécies variou ao longo da história da Terra. Atualmente, estima-se que existam cerca de 1,7 milhão de espécies conhecidas, mas o número exato de espécies existentes ainda é desconhecido, estimando-se que esteja entre 5 milhões e 100 milhões.

Entender a diversidade da vida passada e a atual sempre foi um desafio para os cientistas. Ao longo da história da vida na Terra, dois fenômenos têm atuado decisivamente sobre a biodiversidade: o surgimento e o desaparecimento de grupos de seres vivos.

### 2.2. Homologia

Estruturas **homólogas** são aquelas que derivam de estruturas já existentes em um ancestral comum e podendo ou não estar modificadas para exercer uma mesma função. São exemplos de estruturas homólogas entre si: os ossos dos braços dos seres humanos, dos membros anteriores dos cavalos, das asas dos morcegos e das nadadeiras das baleias (Fig. 10.15). Eles são homólogos porque derivam dos ossos dos membros anteriores presentes no grupo ancestral que deu origem aos mamíferos. Nesses casos, como essas estruturas não desempenham a mesma função nos organismos mencionados, fala-se em **divergência evolutiva**.

### A explosão de vida no Cambriano

Há evidências de que, entre o Permiano e o Paleozóico, ocorreu aumento da temperatura planetária, o que parece ter tornado o ambiente mais favorável à vida, com grande diversificação dos seres existentes. A rapidez e a intensidade com que surgiram os principais grupos de animais, por volta de 530 Ma, levaram os estudiosos a falar em "explosão cambriana" para designar a grande diversificação da vida nessa época.

O documentário fóssil do período Cambriano (541,0 Ma-485,4 Ma) revela que, nessa época, os mares eram habitados por muitas espécies de algas multicelulares e de animais invertebrados, entre eles cordados primitivos, que deram origem aos vertebrados. Alguns animais cambrianos apresentavam semelhanças com animais de hoje, de modo que podem ser associados aos filós atuais. Outros, porém, parecem não se relacionar com nenhum dos filós existentes; possivelmente, eles se extinguíram sem deixar descendentes que dessem continuidade à sua linhagem. (Fig. 6.10)

O documentário fóssil mostra que os trilobitas incluídos entre os primeiros artrópodes, constituía o grupo de animais primitivos mais bem-sucedido colonizando amplamente os oceanos durante mais de 270 milhões de anos. Eles teriam surgido por volta de 541 Ma e atingiram sua densidade máxima no início do Cambriano, a "idade dos trilobitas", extinguiu-se ao final da era Paleozóica. (Fig. 6.11)

### TABELA 6.1 PRINCIPAIS UNIDADES DO TEMPO GEOLÓGICO

Eon	Era	Período e subperíodo	Época	Duração (milhões de anos atrás - Ma)	Eventos biológicos marcantes		
Faerenzóico	Cenozóico	Quaternário	Holoceno	0 a 0,0117	Extinção em massa dos grandes mamíferos e de muitas aves há cerca de 10 mil anos. Surgimento da civilização humana. Surgimento das grandes florestas e considerável extinção de espécies, sobretudo em decorrência da atividade humana.		
			Pleistoceno	0,0117 a 2,588	Expansão dos mamíferos de grande porte; aparecimento da espécie humana moderna. Dispersão do <i>Homo sapiens sapiens</i> pelo planeta e extinção dos neandertais ( <i>Homo sapiens neanderthalensis</i> ).		
		Neogeno	Plioceno	2,588 a 5,333	"Grande intercâmbio americano de faunas", determinado pelo aparecimento do Isthmo do Panamá. Expansão dos hominídeos.		
			Mioceno	5,333 a 23,03	Fauna semelhante à atual. Expansão dos campos e diminuição das florestas.		
		Paleogeno	Oligoceno	Oligoceno	23,03 a 33,9	Expansão das gramíneas. Aparecimento dos macacos antropóides e de muitas famílias de plantas modernas.	
				Eoceno	Eoceno	33,9 a 56,0	Aparecimento das ordens modernos de mamíferos. Expansão das aves e de florestas temperadas de angiospermas decíduas.
					Paleoceno	56,0 a 66,0	Diversificação de mamíferos arcaicos e grande aumento da vegetação; aparecimento de mamíferos de grande porte e dos primeiros primatas (prosimios).
		Mesozóico	Cretáceo	Cretáceo	66,0 a 145,0 ± 0,8	Abundância de répteis arcaicos. Pequena diversificação de mamíferos placentários e marsupiais. Aparecimento das angiospermas. Final do período marcado pela quinta grande extinção, com desaparecimento de cerca de 75% das espécies, inclusive de todos os dinossauros.	
					Jurássico	145,0 ± 0,8 a 201,3 ± 0,2	Abundância de répteis arcaicos; abundância de gimnospermas; aparecimento das aves. Surgimento dos mamíferos placentários e marsupiais.
					Triássico	201,3 ± 0,2 a 252,2 ± 0,5	Aparecimento dos répteis arcaicos (dinossauros, pterossauros, icteossauros e plesiosauros), dos primeiros mamíferos, das tartarugas e crocodilos e de gimnospermas dos grupos das coníferas e dos ginkgos. Final do período marcado pela quarta grande extinção, com desaparecimento de cerca de 70% a 75% das espécies.

**Figura 4:** (A) homologia na coleção BIO v. 3, p. 242. (B) surgimento da vida na coleção BIO v. 3, p. 144. (C) história evolutiva da vida na coleção BIO, v. 3, p. 237. (D) tabela do tempo geológicos e das transformações geográficas da Terra na coleção Biologia Moderna, v. 3, p. 140

As análises também demonstram que a abordagem da Paleontologia nas duas coleções analisadas, assim como já demonstrado por Schwanke e Silva (2004), encontra os mesmos obstáculos tidos por outras áreas das Ciências Naturais, incluindo a falta conexão entre a linguagem científica e a cotidiana, a dificuldade dos professores de se manterem atualizados em relação aos conceitos científicos e a falta de elo entre o currículo escolar e as experiências concretas vivenciadas pelos alunos.

Nesse sentido, pode-se afirmar que a falta de análise de conteúdos em materiais didáticos contribui para a perpetuação de equívocos conceituais, o que pode ser agravado ainda mais com relação à Paleontologia por esta ser, assim como outras ciências, uma área de pesquisa em constante renovação de conhecimentos.

Em relação a esses equívocos, por exemplo, a coleção *Biologia Moderna* quando apresenta a definição do processo de permineralização diz que:

[...] Em certos casos, as substâncias orgânicas do cadáver sepultado na rocha sedimentar são gradualmente substituídas por minerais trazidos pela água. Lentamente, os minerais ocupam o lugar das substâncias orgânicas, em uma substituição tão exata que todos os detalhes do corpo do organismo ficam preservados na rocha, embora não reste mais nada do material orgânico original. Esse processo de fossilização é chamado de permineralização, ou petrificação. [...] (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 112).

Os estudos na área da Paleontologia têm demonstrado que o processo de fossilização corresponde à substituição, e não à permineralização. Esta consiste no preenchimento dos poros de ossos de vertebrados ou troncos vegetais por minerais, conferindo resistência à matéria orgânica preservada (CASSAB, 2004).

Dessa forma, os critérios utilizados para a escolha do LD requerem do professor uma análise rigorosa, pois, Nuñez expressa que:

a seleção dos livros didáticos a serem utilizados constitui uma tarefa de importância vital para uma boa aprendizagem dos alunos. Por isso, a importância de procurar critérios específicos para os contextos dados, que possibilitem ao professor participar na avaliação dos livros didáticos. Geralmente os critérios estabelecidos, são gerados em diferentes instâncias de análises, das quais os professores, como coletivos, representam a instância que deve tomar as decisões mais apropriadas, pensando no alunado com as quais trabalham. A seleção dos livros didáticos não deve excluir os professores como construtores ativos de saberes que desenvolvem essa importante competência profissional (NUÑEZ et al, 2000, p. 02).

Nesse sentido, trabalhos com análise de conteúdos de livros são de extrema importância para as diversas ciências já que problemas de ordem conceitual e metodológica podem estar presentes nessas publicações (OTERO et al., 2002; SANDRIN et al., 2005; ASSIS E RAVANELLI, 2008; NICIOLI-JÚNIOR; MATTOS, 2008; AMARAL et al., 2009). Trabalhos dessa

natureza, portanto, podem auxiliar os professores na escolha de melhores livros para ministrar temas biológicos durante sua prática docente.

Além disso, a identificação de possíveis equívocos contidos nos livros analisados pode auxiliar no aprimoramento dessas obras. Diversas análises de conteúdos em livros didáticos têm sido realizadas ultimamente (NASCIMENTO; MARTINS, 2005; SANDRIN et al., 2005; CASAGRANDE, 2006; CAMPOS; LIMA, 2008) e têm agregado vantagens a docentes e autores de livros didáticos de Ciências e Biologia.

A esse respeito Marli (2007) afirma que o livro didático merece atenção dos educadores, pois é um material que não pode ser retirado do mercado e nem das salas de aula, mas que o professor tem autonomia para suas escolhas. Por essa ótica, ele passa a ser compreendido como “um instrumento de ensino e aprendizagem de que cada estudante e educador se servem para experimentar processos de construção de pensamento, de conhecimento” (CORAZZA, 2001, p.66).

Na coleção *Biologia Moderna*, os temas básicos estudados encontram-se divididos em diversos capítulos, incorporando informações sobre diferentes grupos zoológicos e botânicos, origem da vida, evidências da evolução biológica e o surgimento dos grandes grupos de organismos. A abordagem dos temas básicos ocorre de forma ampla, possibilitando o detalhamento das principais informações paleontológicas, como também da importância destas para os temas dos capítulos nos quais estão inseridas.

Atualizações que incorporam informações novas da comunidade científica sobre conteúdos de Paleontologia são escassas nos livros analisados. Apenas a coleção *Biologia Moderna* faz atualizações dessa natureza, reportando a recente delimitação do período Ediacarano dentro da “Era Pré-Cambriana”, conforme se pode observar no trecho a seguir:

[...] O novo período geológico, criado em 2004, recebeu a denominação de Ediacarano pelo fato de os fósseis mais antigos de metazoários, característicos desse período, terem sido encontrados, originalmente, em uma região da Austrália chamada de Ediacara. (AMABIS; MARTHO, 20016 b, p. 252)

Além disso, das duas coleções analisadas, ela é a única que menciona a atual problemática ligada ao possível fato de os mais antigos registros fósseis da Terra (e.g., estromatólitos fósseis) serem menos dignos de confiança, pelo fato de processos abiogênicos gerarem estruturas semelhantes a esses registros.

No que se refere às *ferramentas auxiliares* aos textos explicativos, Otero *et al.* (2002) apontam que elementos que possibilitam representações mentais por parte dos alunos (por exemplo, esquemas, mapas conceituais, fotos, tabelas) constituem ótimas ferramentas para o aprendizado de conceitos científicos. Elementos dessa natureza, como por exemplo, imagens e esquemas explicativos, ilustram as informações fornecidas pelos livros das duas coleções, possibilitando uma melhor compreensão dos temas paleontológicos analisados.

### **A.1. Conceito de fósseis**

Os fósseis consistem no registro em rochas da existência de organismos vivos no passado da Terra (CASSAB, 2004; RIDLEY, 2006). Essas evidências podem se apresentar sob a forma de fósseis corporais (restos) ou apenas vestígios da atividade dos seres vivos (icnofósseis) (CASSAB, 2004). A compreensão do conceito de fósseis é um pré-requisito fundamental para a discussão de temas paleontológicos mais específicos incluídos em tópicos mais abrangentes, é o caso quando aborda evolução orgânica, sistemática biológica e origem da vida.

Nas coleções *BIO* e *Biologia Moderna*, o conceito de fósseis é apresentado mais de uma vez. Na coleção *Biologia Moderna*, por exemplo, no capítulo referente à *Evolução Biológica*, define:

Fósseis (do latim *fossilis*, tirado da terra) são vestígios deixados por seres que viveram no passado. Esses vestígios podem ser ossos, entes, pegadas impressas em rochas, fezes petrificadas, animais conservados no gelo, por exemplo. [...] (AMABIS; MARTHO, 2016, p. 191).

O termo “vestígios” se refere apenas a evidências da atividade de um organismo, sem a preservação de qualquer parte corporal (CASSAB, 2004). Pegadas impressas em rochas e fezes petrificadas são

classificadas como “vestígios”, porém ossos, dentes e animais conservados no gelo, de acordo com as classificações usuais dos tipos de fósseis (CASSAB, 2004), são classificados como “restos”.

## **A.2. Processos de fossilização**

Os processos de fossilização são os responsáveis pela passagem dos restos orgânicos da biosfera para a litosfera (EFREMOV, 1940; BEHRENSMEYER et al., 2000). O tipo de processo de fossilização ocorrente em cada caso depende de uma conjunção de fatores físicos, químicos e biológicos que atuaram após a morte dos organismos até o momento de descoberta dos fósseis (CASSAB, 2004; MEDEIROS, 2004).

Na coleção *BIO*, os processos de fossilização não são mencionados, inviabilizando a compreensão do contexto envolvido na formação dos fósseis, o que prejudica o entendimento do que esses restos e vestígios representam. No entanto, a incompletude do registroossilífero é reconhecida, permitindo entrever as restrições da utilização dos fósseis como ferramentas para o conhecimento de algumas informações do passado. Isso pode ser percebido quando trata das interpretações paleoecológicas e evolutivas. A coleção *Biologia Moderna* apresenta um texto explicativo sobre os processos de fossilização onde são relatados os diferentes tipos de fósseis e como estes se formam.

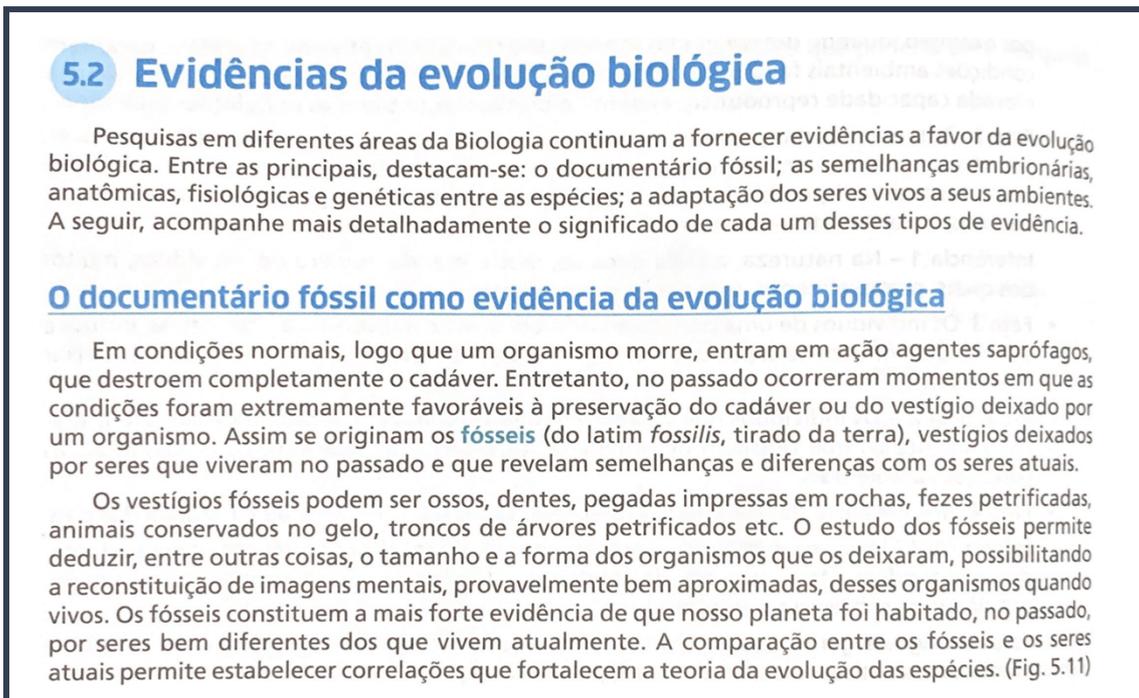
## **A.3. A importância dos fósseis**

Os fósseis têm grande importância para diversas ciências, representando em muitos casos as principais evidências de fenômenos ou processos naturais do passado (IANNUZZI; SOARES, 2000; ROHN, 2000; RIDLEY, 2006). A Geologia, a Evolução, a Sistemática Biológica, a Zoologia, a Geografia e a Botânica são algumas das ciências que necessitam de informações advindas dos fósseis (SCHWANKE; SILVA, 2004).

A coleção *BIO* menciona os fósseis como detentores de informações sobre os seres vivos de épocas remotas. Adicionalmente, a coleção esclarece que os fósseis podem servir como ferramentas para o

entendimento do processo evolutivo dos seres vivos através da utilização dos mesmos em análises de parentesco entre as espécies.

A coleção *Biologia Moderna* considera os fósseis a evidência mais consistente do processo evolutivo, uma chave para a elucidação da origem da vida no planeta Terra e a única ferramenta capaz de permitir reconstituições morfológicas dos seres vivos do passado. É o que se pode observar nos excertos abaixo retirado da referida coleção (Figura 5).

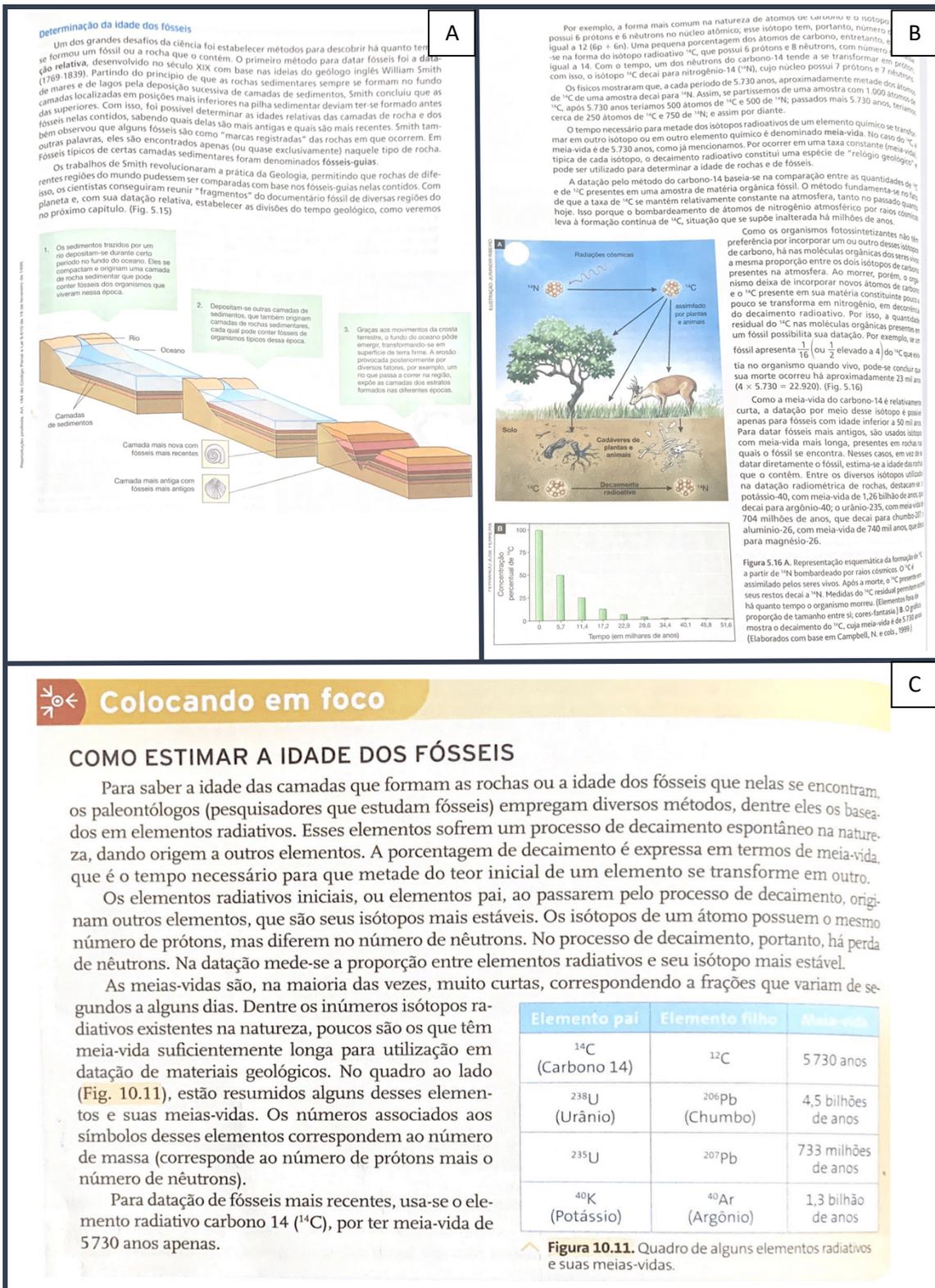


**Figura 5:** trecho sobre os fósseis na coleção *Biologia Moderna*. v. 3, p. 110.

Cabe ressaltar que nenhuma das coleções analisadas fornece informações sobre a importância dos fósseis transicionais para a evolução biológica.

#### **A.4. Datação de fósseis**

Os fósseis e rochas podem ser datados de duas formas: através da correlação estratigráfica (datação relativa) ou de datações absolutas (RIDLEY, 2006; PRESS et al., 2006). Nessa abordagem são definidas as duas formas de datações fossilíferas. Desse modo, constatamos que a coleção *Biologia Moderna* fornece uma abordagem melhor para a datação de fósseis (Figura 6 A e B) em relação a coleção *BIO* (Figura 6C).



**Figura 6:** (A) datação de fósseis na coleção *Biologia Moderna*, v. 3, p. 113. (B) datação de fósseis na coleção *Biologia Moderna*, v. 3, p. 114. (C) datação de fósseis na coleção *BIO*, v. 3, p. 240.

É importante salientar que a coleção *Biologia Moderna* vem apresentando um texto dentro do capítulo, esquematizando detalhadamente como os fósseis podem ser datados através da radiometria (datação absoluta) e por correlação estratigráfica (datação relativa), desse modo há uma maior riqueza de detalhes com textos e imagens sobre essa temática, enquanto na coleção *BIO* através de um pequeno texto complementar ao final do capítulo.

Explicações de conceitos fundamentais para a datação dos fósseis (conceituação de isótopos, decaimento radioativo, fósseis-guias e biozona) estão contidas nas duas coleções analisadas, facilitando ainda mais a compreensão desse tema nessas publicações.

### **A.5. Tempo geológico**

A escala do tempo geológico (escala geocronológica) corresponde ao tempo compreendido entre a formação do planeta Terra e os dias atuais. Esse tempo é estimado em 4,6 bilhões de anos e é dividido sucessivamente em éons, eras, períodos, épocas e idades (ROHN, 2000). Cada unidade geológica foi estabelecida com base em dados paleontológicos e geológicos. Gee (1999) considera o tempo geológico algo complexo para a compreensão humana, pois sua magnitude não é comensurável com a nossa experiência cotidiana. Por esse motivo, é fundamental a utilização de elementos didáticos que transportem a magnitude do tempo geológico para um contexto capaz de ser experimentado pelo homem. Para Figueroa et al. (2003) e Hoffmann e Scheid (2007) instrumentos didáticos como as analogias facilitam compreensão de conteúdos complexos, como o tempo geológico.

A Coleção *BIO* apresenta o tempo geológico através de uma tabela contendo informações a respeito das principais modificações físicas ocorridas na Terra e alguns eventos na história da vida dentro dos períodos de cada era geológicas. Adicionalmente, são fornecidas informações complementares sobre extinções em massa e transformações geográficas e biogeográficas ao longo do tempo e uma analogia (calendário do tempo geológico onde cada dia representa 150 milhões de anos) é

utilizada com o objetivo de facilitar a compreensão da magnitude do tempo geológico.

Na coleção *Biologia Moderna*, o tempo geológico é abordado de forma bastante detalhada, possibilitando o entendimento dos principais eventos biológicos, geográficos e geológicos ao longo das eras geológicas. Subtópicos do capítulo são destinados à explicação da vida nas eras “Pré-Cambriana”, Paleozóica, Mesozóica e Cenozóica. Uma tabela é apresentada, a qual contém as divisões do tempo geológico e seus principais eventos biológicos.

Dentre as obras analisadas, a coleção *Biologia Moderna* é a única a apresentar uma explicação para a origem dos nomes de alguns períodos geológicos. Assim como na coleção *BIO*, apresenta uma analogia que auxilia a explicação da magnitude do tempo geológico onde tal espaço de tempo é comprimido em um período de 24 horas.

Como se pode depreender das análises, os Livros didáticos de *Biologia para o Ensino Médio* tematizam os conteúdos paleontológicos a partir de uma perspectiva genérica ou transversal. Em termos quantitativos, há uma um certo equilíbrio na apresentação desses conteúdos. No entanto, a abordagem conceitual, muitas vezes é genérica e com alguns equívocos, como se evidenciou quando da análise do conceito de fósseis.

Por outro lado, as análises permitem afirmar que processos de fossilização e de datação dos fósseis são os temas menos priorizados nos livros analisados, enquanto que o conceito e a importância dos fósseis recebem maior atenção, o que certamente influenciará na abordagem dos professores em sala de aula.

Apesar de alguns equívocos conceituais, a abordagem dos conteúdos através do tratamento imagético e/ou de mapas mentais, atividades extras podem ser compreendidas como produtiva no sentido da qualidade do que apresenta e do percurso que essa abordagem poder oferecer para os alunos se apropriarem dos saberes tematizados. No entanto, é necessária maior articulação entre os conceitos paleontológicos e os temas biológicos que apresentam interface com estes, como a

Zoologia e a Botânica. É necessário ainda explicitar de forma clara e adequada a importância dos fósseis para o entendimento da evolução dos organismos. É, pois, nessa articulação que figura a presença do professor. É esse o assunto que trataremos no próximo tópico.

## **B) Análise das entrevistas**

Para analisar os dados relativos às entrevistas adotou-se a mesma abordagem de pesquisa utilizada para os dados relativos aos livros didáticos, ou seja, a abordagem textual discursiva. Como se mencionou no capítulo que aborda as decisões metodológicas, a geração dos dados para este momento da investigação foi feita com o auxílio de um questionário (Apêndice 1) com perguntas fechadas e abertas. A ideia era identificar como os professores de Biologia percebem a apresentação que fazem dos conteúdos sobre Paleontologia em suas aulas no Ensino Médio.

Seguindo os pressupostos da ATD, procurou-se, a partir das perguntas do questionário e com base nas semelhanças semânticas criar categorias para se fazer a interpretação dos dados.

Na tentativa de construir um fio condutor para a interpretação dos dados, as perguntas foram agrupadas em duas partes. Na primeira, procurou-se analisar a percepção dos professores sobre a Paleontologia como ciência e sobre os conteúdos relativos a ela tematizados em suas salas de aula; na segunda parte, o foco se deu nas estratégias metodológicas adotadas pelos informantes da pesquisa para a apresentação desses conteúdos.

### **B.1. Concepções dos professores sobre a Paleontologia**

A Paleontologia é uma ciência que, segundo Raul (2005), permite compreender questões mais amplas ligadas à Biologia, à Geologia e ao Meio Ambiente. No entanto, quando se analisa a percepção dos professores em relação a esse campo do conhecimento parece haver uma restrição/encapsulamento das suas funções e conexões. Para muitos dos professores,

a Paleontologia parece estar restrita ao estudo dos fósseis e muitas vezes sem qualquer relação com as questões ambientais.

Um dado interessante nas análises dos dados relativos às entrevistas é a ideia de Paleontologia como ciência que estuda unicamente restos de animais ou pelo menos uma ciência ligada ao estudo de ancestralidades. As respostas abaixo são acerca da definição de Paleontologia.

**Professor A:** “A Paleontologia é a ciência que estuda restos de animais e tudo o que aconteceu no passado...”

**Professor B:** “Ela [a Paleontologia] se preocupa em estudar os antepassados, como por exemplo, os fósseis”.

**Professor E:** “Pra mim pode ser considerada estudo de espécie antiga, são as espécies antigas que a gente vai fazer um reconhecimento de quais espécies que viviam naquela época.”

**Professor G:** “A parte da área da biologia que estuda resquícios antigos, identificação, estruturação e idade.”

Caracterizar a paleontologia apenas como ciência que estuda restos ou resquícios de animais ou até mesmo limitar os fósseis a essas duas definições é ter, pelo menos em tese, uma visão restrita da complexidade dos estudos paleontológicos. A esse respeito Schwanke e Silva (2004a) apontam que essa visão limitada de muitos professores cria distorções no processo de ensino/aprendizagem na escola. Isto porque a Paleontologia é tratada no âmbito escolar de forma pontual e em geral abordada quase que exclusivamente nos componentes curriculares de Ciências e Biologia.

No entanto, a Base Nacional Comum Curricular – BNCC aponta para a necessidade de um ensino cuja compreensão da Paleontologia seja ampla e ligada a outras ciências.

No ensino das Ciências Naturais, especificamente no tange ao meio ambiente, *lança-se mão dos conhecimentos da Física, da Química, da Geologia, da Paleontologia, da Biologia e de outras ciências* (BNCC, 2018, p. 195.).

Um outro aspecto que pode ser levado em consideração se refere ao fato de que os professores que possuem uma visão muito restrita acerca da paleontologia, não tiveram essa disciplina em sua grade curricular durante a

graduação, sendo assim, dos dez professores entrevistados, seis não tiveram contato com a mesma em seu processo de formação inicial. Nitidamente é um fator significativo e que reflete no seu interesse e na maneira como lida com o conteúdo em questão, pois, foi possível perceber que apenas quatro professores buscam se atualizar ou de alguma forma pesquisar sobre a paleontologia.

Ao tratarmos sobre o objeto de estudo da paleontologia que são os fósseis, foi possível realizar algumas constatações. Apresentamos cinco pontos considerados fundamentais no ensino de paleontologia na educação básica: conceitos e tipos de fósseis, tempo geológico, datação de fóssil processos de fossilização e importância dos fósseis. Perguntamos quais desses eles consideravam melhor de ser trabalhados por eles mesmos, e os dez responderam que se sentiam mais seguros ao trabalhar conceito e tipos de fósseis.

**Professor D:** Com certeza desses aí o melhor de se explicar é conceito e tipo de fóssil.

**Professor A:** Conceito e tipo de fóssil provavelmente é o que eu consigo melhor me sair dando aula.

**Professor C:** Desses cinco tópicos eu me sinto melhor preparado para trabalhar conceito e tipos de fósseis.

Seguindo o critério da semelhança semântica, no que se refere a compreensão que os docentes possuem sobre fósseis, podemos notar que a minoria, apenas quatro professores obtiveram uma resposta ligada ao estabelecido cientificamente, sendo “restos de animais e vegetais ou evidências de suas atividades que ficaram preservados nas rochas e outros materiais como o gelo, âmbar e o asfalto” (CASSAB, 2010). Por exemplo:

**Professor G:** Fóssil são restos e vestígios de animais e vegetais pré- históricos, não sei se é a palavra correta, mas que se encontram sedimentados em diversos tipos de materiais.

**Professor F:** Fóssil seria um vestígio ou um resto de um ser vivo que viveu no passado e que está preservado em rochas, por exemplo.

Para a maioria dos professores, as respostas se basearam em definir fósseis a um tipo específico de vestígio, sem levar em consideração a diversidade fossilífera ou relatar a falta de conhecimento sobre essa questão. Como podemos observar:

**Professor A:** Alguma estrutura de osso ou impressão em alguma rocha.

**Professor J:** Eu não lembro o que é um fóssil, mas sei que tem a ver com algo relacionado a existência dos dinossauros, mas não sei te dizer como se dá esse processo.

**Professor I:** Fóssil na verdade, a partir de alguns anos na perda de carbono ele passa a ser um fóssil, mas eu não sei definir ao certo o que seria.

Cabe ressaltar, no entanto, que a maior parte das definições apresentam conceitos populares e de senso comum, muitas vezes influenciados pela mídia e conversas no cotidiano. Essa situação sugere que os professores investigados possuem pouca familiaridade com os termos científicos, o que pode ser comprovada pelas respostas genéricas ou parciais, e muitas vezes voltadas para os “dinossauros”, que é o contato mais “popular” e difundido através de filmes, novelas, programas televisivos, brinquedos, livros didáticos e paradidáticos.

Outro dado interessante encontrado nas entrevistas é a referência ao termo “vestígios”. Na percepção dos professores, o termo refere-se apenas a evidências da atividade de um organismo, sem a preservação de qualquer parte corporal. Pegadas impressas em rochas e fezes petrificadas são classificadas como “vestígios, todavia ossos, dentes e animais conservados no gelo, de acordo com as classificações usuais dos tipos de fósseis, são classificados como “restos” (CASSAB, 2004).

A percepção dos professores parece mais um reflexo dos conceitos sumarizados de fósseis e de Paleontologia apresentados pelas coleções analisadas, ainda que uma das coleções defina fósseis de maneira clara no texto complementar.

Um fóssil é uma evidência de vida no passado geológico e pode ser representado não apenas por ossos, dentes ou conchas mortas há muito tempo, mas também por marcas de pés, como pegadas de dinossauros, ou trilhos de

vermes deixados no fundo lodoso de mares antigos; pode ser impressões ocasionais de animais de corpo mole, como medusas, no lodo que mais tarde endurece em rochas. [...] (coleção BIO, p. 156).

É evidente, neste ponto, a confusão, ainda muito comum, entre os conceitos de Paleontologia e Arqueologia. É importante ressaltar que os estudos arqueológicos se diferenciam dos paleontológicos, porque os primeiros trabalham com restos de seres humanos e vestígios das suas atividades.

Normalmente, os arqueólogos procuram compreender as atividades humanas em determinado período da história da Terra. A paleontologia, por sua vez, estuda todos os organismos que viveram na Terra, incluindo a evolução primata-homem, mas não o ser humano como o conhecemos hoje, pois o estudo antropológico e cultural se restringe à Arqueologia.

Equívocos como este são comuns e em parte se deve ao fato de que o conhecimento de Paleontologia está muito restrito aos centros de pesquisa dos meios acadêmicos, ficando, muitas vezes, distante da comunidade em geral, sendo, assim, subutilizado na educação brasileira. Do ponto de vista educacional, a Paleontologia tem um importante papel a cumprir contribuindo na geração, disseminação do conhecimento, além de auxiliar na compreensão de processos naturais complexos.

A escola, portanto, quando promove atividades que estimulam a discussão e a criatividade está contribuindo para que os indivíduos vivenciem novas experiências. Nesse sentido, a Paleontologia tem muito a contribuir para melhorar a percepção da necessária integração homem e ambiente, como sugere Zucon et al. (2009).

Desse modo, partindo da compreensão da importância da paleontologia dentro e fora do ambiente escolar, outro aspecto que analisamos se deu acerca da importância da paleontologia de acordo com as concepções dos docentes.

Partindo da semelhança semântica, todos os participantes direcionaram a importância da paleontologia para o conhecimento do

processo evolutivo, entendimento do passado para possíveis previsões para o futuro, como podemos ver em algumas falas abaixo:

**Professor I:** Ela é muito importante, porque pra conhecer o futuro precisa conhecer o passado. Então quando você descobre algo que nem imaginava poderia existir, é uma questão muito interessante pra nós.

**Professor A:** Está na percepção da evolução das espécies, pois eu vejo como algo extremamente interligado.

**Professor D:** A paleontologia ajuda no desenvolvimento de novos conhecimentos sobre os seres vivos tanto do passado quanto o que poderá ocorrer no futuro.

Sobre este aspecto, é importante salientar que, o processo ensino/aprendizagem e, conseqüentemente a aprendizagem dos conceitos científicos, não depende exclusivamente da disciplina, isto é, do professor. Uma real aprendizagem ocorre, por exemplo, quando novos significados são adquiridos e atribuídos pelo aprendiz, através de um processo de interação de novas ideias com conceitos ou proposições relevantes existentes em sua estrutura cognitiva (CARVALHO, 1997). O aluno, nesse contexto, tem papel central neste processo conjuntamente com o docente, dependendo de ambos o sucesso da disciplina e, por conseguinte, a qualidade do aprendizado.

É verdade, muitas vezes, que a abordagem dos conceitos paleontológicos esbarra em alguns obstáculos como as lacunas conceituais e/ou metodológicas dos livros didáticos. Estes, quando muitos, fazem de modo pouco expressivo, a abordagem de temas relevantes para a compreensão desta ciência como a definição de fóssil, origem a vida, eras geológicas e evolução (NETO, 2006; OLIVEIRA, 2006; MORAES, et al., 2007; SANTANA, 2007; SOBRAL et al., 2010).

O fato de os conteúdos de Paleontologia não serem encontrados de forma clara e abrangente nos livros didáticos tem representado um grande desafio para os professores. Isto porque os docentes em geral elaboram suas aulas seguindo, somente o livro didático.

Dessa forma, de acordo com Reis et al. (2005) a l é m d e uma constante atualização do conhecimento teórico, o docente deve buscar

tornar mais dinâmico e atraente o aprendizado dessa ciência permitindo uma melhor observação de um grande conjunto de informações, auxiliando o processo de ensino/aprendizagem.

## **B.2. Estratégias metodológicas para o ensino dos conteúdos paleontológicos**

A segunda parte dos questionários foi focada nas estratégias metodológicas adotadas pelos professores para apresentação dos conteúdos paleontológicos em sala de aula.

Seguindo a mesma estratégia adotada para análise dos dados – identificando as semelhanças semânticas- procurou-se identificar as estratégias didáticas utilizadas pelos professores para apresentação dos conteúdos relativos à Paleontologia.

Dos questionários analisados, a maioria das repostas sinalizam em duas direções. A primeira tende ao uso de aulas expositivas, utilizando como recursos didático-pedagógico a lousa e pincel atômico, além do livro didático. Cabe ressaltar que esta situação não é privilégio apenas desses profissionais que responderam aos questionários. Na maioria das escolas que foram visitadas há poucos recursos didáticos, além do livro didático, o que acaba por aumentar a falta de interesse dos alunos pelos conteúdos tematizados pelos professores. Como podemos verificar nas falas abaixo:

**Professor A:** Quando eu consigo trabalhar esse conteúdo, eu utilizo recursos audiovisuais, imagem e vídeo.

**Professor B:** Nas oportunidades que tive de trabalhar a paleontologia eu utilizei de Diálogo, quadro e pincel.

**Professor C:** Professora, vídeos e fotos é apenas o que eu consigo fazer para trabalhar esse conteúdo e isso quando eu consigo trabalha-lo.

Esses tipos de estratégias metodológicas são pouco motivadoras e instigantes. Elas não devem ser descartadas, mas sim complementadas com novas formas de abordagem que levem à maior interação com os estudantes. Tamir (1990), por exemplo, sugere como estratégia metodológica a participação dos estudantes em investigações reais que

podem proporcionar o desenvolvimento de habilidades próprias do processo de produção do conhecimento científico, ampliando a oportunidade de os estudantes se depararem com questões relacionadas à natureza da ciência e de desenvolverem habilidades de análise e solução de problemas.

Por outro lado, os professores apresentam uma sobrecarga de trabalho, trabalhando com dupla jornada e ministrando componentes curriculares diferentes de sua área de formação, o que lhes impede de preparar aulas mais atraentes aos alunos. As respostas a seguir são ilustrativas, retiradas do corpus de referência quando indagados sobre as dificuldades encontradas para ministrar os conteúdos de ligados à área da Paleontologia:

**Professor G:** As dificuldades são inúmeras, indo desde a grande jornada de trabalho com diferentes disciplinas até a falta de laboratórios de ciências para que se possa ministrar uma aula diferente.

**Professora E:** [...] no meu caso, por exemplo, *além de Biologia, trabalho também com Sociologia e Química* para todas as turmas de Ensino Médio....

Houve também respostas que já apontam, apesar dos grandes desafios encontrados, para o que sugerem as teorias da aprendizagem significativa. É o caso, por exemplo de respostas abaixo que ilustram a concepção de uma minoria dos professores que aceitaram participar da pesquisa.

**Professor A:** Para tornar a aprendizagem mais interessante aos alunos, procuro fazer uso de filmes que tratam sobre o assunto, para só depois explicar os conteúdos.

**Professora J:** Quando abordo o assunto fósseis ou outro assunto assim que é distante do cotidiano dos alunos, procuro fazer jogos com para eles possam identificar o conceito que estamos estudando.

Diversas alternativas para o ensino/aprendizagem da Paleontologia têm sido propostas, buscando a utilização de vários recursos que possibilitem uma melhor compreensão e um ambiente mais favorável para que isso ocorra como mostram os escritos de Araújo Junior e Porpino (2010). Desse modo, quando os docentes foram questionados quais seriam

suas principais dificuldades em ministrar esse conteúdo, diversas foram as respostas:

**Professor C:** Recursos, materiais, aulas práticas, materiais que ajudem o professor a executar isso tudo.

**Professor F:** Materiais de fácil acesso para o professor compreender melhor e assim o aluno também. E o tempo corrido com as disciplinas e muito conteúdo em cada uma delas.

**Professor I:** A minha formação foi bem fraca para paleontologia. Mas acredito que um local de fácil acesso para o conteúdo que não é tão simples de ser compreendido e repassado, eu ia gostar muito de livros, aplicativos ou até mesmo uma plataforma digital com ideias para se trabalhar isso tudo.

Analisando esse tipo de abordagem adotada pelos professores Pedrancini et al. (2007) observaram que nem sempre o ensino promovido no ambiente escolar possibilita que o estudante se aproprie dos conhecimentos científicos de modo a compreendê-los, questioná-los e utilizá-los, pois grande parte do saber científico transmitido na escola é rapidamente esquecido, por causa da forma como isso ocorre. Segundo o pesquisador, grande parte das alternativas para a introdução à ciência Paleontologia na Educação Básica no Brasil tem como estratégia apenas a visualização e demonstração de materiais, como fotos e réplicas (ANELI, 2002; SILVA et al., 2010).

A perspectiva do ensino com base na investigação possibilita o aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, assim como a cooperação entre eles além de possibilitar que compreendam a natureza do trabalho científico (ZÔMPERO; LABURÚ, 2011). O desafio para o ensino atual tem sido, no entanto, a participação ativa dos estudantes, possibilitando o estímulo do raciocínio e a assimilação de conteúdos da educação formal de maneira espontânea.

Apesar dos métodos práticos de ensino desenvolverem o raciocínio do aluno e gerarem um certo grau de independência, a presença do professor nessas atividades é indispensável, uma vez que atua como agente instigador e mediador, como sugere Bergqvist e Prestes (2014). O professor possui um papel principal no incentivo e execução dos métodos didáticos de ensino da Paleontologia. Mesmo sendo práticas que resultam no aumento do

aprendizado dos alunos, nem sempre elas são empregadas em sala de aula pelos professores. Esse impedimento de aplicação de práticas pelos professores pode não estar relacionado somente com a complexidade da Paleontologia, mas também à formação defasada dos professores (MELLO et al., 2005) e também à falta de recursos didáticos.

Dessa forma, diante das falas expostas e discutidas até aqui e afim de contribuir de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem, principalmente no que se refere ao conteúdo de paleontologia, vimos a necessidade de um recurso que servisse de aporte para o professor, para que o mesmo se atualize sobre o conteúdo em questão e assim, possivelmente se sinta mais seguro e apto para abordar sobre a temática, para que assim, isso reflita de maneira positiva no aluno e consequentemente na sua formação cidadã.

## CAPÍTULO 4: PRODUTO EDUCACIONAL

Retomamos, neste capítulo, os principais desafios que se impõem aos professores – como resultados da investigação – para, em seguida, construir um produto educacional que possa, na medida do possível, contribuir para a produtividade do ensino/aprendizagem no campo da Biologia.

Como foram apontadas nas duas coleções de Biologia analisadas, os assuntos relativos à paleontologia aparecem diluídos ao longo dos volumes que compõem às coleções de forma não específica, mas sobretudo como suporte teórico para a compreensão de outros saberes, como por exemplo, a origem da vida e os processos evolutivos. Ainda que a paleontologia se constitua como campo de conhecimento autônomo, o tratamento dado ela no momento da transposição didática no livro didático de Biologia leva o professor, muitas vezes, a não dar a devida importância que ela tem como campo de saber.

Essa forma de tratamento da Paleontologia nos livros didáticos faz com que os professores acabem tratando a paleontologia muito mais do ponto de vista do senso comum que do ponto de vista científico. É claro que, há fatores inerentes ao processo de transposição que modificam os saberes produzidos no campo científico até sua chegada na sala de aula. No entanto, o papel coadjuvante dado aos saberes paleontológicos no currículo de Biologia reflete a percepção dos professores apontadas nas entrevistas e a forma como a Paleontologia enquanto ciência também é tratada nos currículos de formação inicial dos professores no campo das Ciências Biológicas. Nestes, a exemplo dos livros didáticos, os temas ligados à paleontologia são condensados nos conteúdos de Origem da vida e Evolução, só para mencionar alguns.

Pensando em colaborar com os professores no sentido de possibilitar um tratamento não caricaturado dos conceitos abordados no componente curricular Biologia que se apresenta um livro paradidático que contribua com a apropriação dos os saberes sobre Paleontologia eleitos como conteúdo,

sem fazer deles um corolário científico dos saberes tratados no campo da ciência paleontológica.

Os materiais paradidáticos possuem esse nome devido sua adoção junto aos materiais didáticos, com um cunho complementar. Sendo considerado um material significativo do ponto de vista pedagógico (MENEZES, 2011), esses materiais têm como objetivo apresentar uma proposta pedagógica de um determinado conteúdo, dentro de uma determinada disciplina. Assim, esse tipo de material busca ampliar ou aprofundar um determinado tópico do conteúdo (SOARES, 2003). É fundamental ressaltar que um tipo de material não substitui o outro, tendo em vista que possuem objetivos diferentes.

Ao notarmos que o livro didático realmente é um desafio e, considerando a necessidade de abordar uma gama de assuntos que se interconectam sem perder a qualidade e a cientificidade correspondentes às demandas do mundo atual, ou seja, existem conteúdos que apresentam pesquisas recentes e atualizações que podem e devem ser contemplados em materiais com finalidade didática.

No entanto, na maioria das vezes, o livro didático não consegue acompanhar esse grande volume de informações científicas e, por ser o principal recurso didático utilizado pelos professores, acaba fazendo com que a Paleontologia seja trabalhada superficialmente ou equivocadamente.

A ideia é, portanto, que o produto educacional apresente a definição clara de Paleontologia, atualizações acerca do conteúdo a abordado, informações paleontológicas do estado de Goiás e propostas de aulas com diferentes recursos didáticos para o no Ensino Médio.

É nesse sentido que Soares (2003) sugere que os materiais paradidáticos têm sido considerados cada vez mais uma valiosa alternativa no processo de autonomia do professor para ir além do material didático, a fim de catalisar de forma positiva no processo ensino-aprendizagem.

O produto educacional aqui apresentado centra-se em um dos conteúdos basilares da paleontologia – os fósseis. Isto porque tanto nos

livros didáticos quanto na percepção dos professores, a ideia de fossilização é apresentada quase que exclusivamente apoiada em restos de animais, quando, no entanto, a fossilização é um processo complexo que envolve tantos outros processos e depende do tipo de material que o constitui enquanto tal.

O produto apresenta fósseis formados por diferentes materialidades para que o professor conduza o aluno a compreender o processo de fossilização a partir dos materiais apresentados, seja restos de animais ou vegetais ou ainda vestígios que permitam percebê-los como um tipo específico de fóssil.

A escolha da temática para produção do produto educacional é uma tentativa de permitir ao professor ir além do que é tratado no livro didático sobre o assunto, sem, contudo, cristalizar a fossilização como um processo único.

Desse modo, apresentamos a proposta de material paradidático com o objetivo de auxiliar o professor a ministrar o conteúdo de paleontologia (Apêndice 3).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve como objeto de investigação um dos processos da transposição didática no campo do ensino de Biologia. Em outras palavras, objetivamos analisar de que modo a Paleontologia está inserida nos livros didáticos de Biologia e quais metodologias são desenvolvidas pelos professores da rede estadual de ensino de Anápolis-GO para a compreensão desse conteúdo.

Em relação aos livros didáticos analisados, três aspectos foram apontados:

- i) A Paleontologia é tratada como coadjuvante, cujos conteúdos estão ligados às temáticas da Evolução e não figuram em todos os volumes das coleções que serviram de dados para as análises;
- ii) Muitos dos conceitos sobre a Paleontologia (fósseis, tempo geológico, por exemplo) são apresentados com distorções ou incompletude conceituais;
- iii) Em termos de abordagem, os livros didáticos cristalizam uma caricatura acerca dos conteúdos sobre Paleontologia tomando como base os conceitos mais do senso comum do que científico.

Em a percepção dos professores e as metodologias utilizadas pelos mesmos, as análises da entrevista apontaram que:

- i) A alta jornada de trabalho dos professores de Biologia (e também dos professores das demais áreas) não contribuem para que os professores participem de formações continuadas no sentido de acompanhar a atualização dos conceitos de suas áreas de atuação, o que contribui para incompreensão dos temas ligados à Paleontologia;
- ii) O conhecimento dos professores sobre Paleontologia é genérico e às vezes vago, em função, muitas vezes, da

configuração dos cursos de Biologia proposto pela universidade. Isto porque a Paleontologia, em geral, encontra-se condensado à Geologia, Zoologia e Evolução como componente curricular.

- iii) As metodologias utilizadas em sala de aula, consistem na maioria das vezes na utilização de materiais básicos como pincel, lousa, vídeos e fotos. O que afeta diretamente no processo de aprendizagem dos discentes.

A partir desses resultados da pesquisa e visando contribuir com o trabalho dos professores, propomos como produto educacional um livro paradidático afim de contribuir para uma melhor compreensão por parte de professores e alunos dos conteúdos paleontológicos abordados nos livros didáticos de Biologia, de modo não fazer desses saberes um corolário dos estudos no campo da Paleontologia.

## REFERÊNCIAS

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia das Células**. Vol. 1. São Paulo, Editora Moderna, 464 p, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia das Populações**. Vol. 3. São Paulo, Editora Moderna, 443 p, 2004.

AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia dos Organismos**. Vol. 2. São Paulo, Editora Moderna, 681 p, 2004.

AMARAL, M. J.; MOREIRA, M. A.; RIBEIRO, D. O papel do supervisor no desenvolvimento do professor reflexivo – estratégias de supervisão. In: ALARCÃO, I. (org.) **Formação reflexiva de professores: estratégias de supervisão**. Porto, Portugal: Porto Editora, p. 89-122, 1996.

ALMEIDA, L.F.; ZUCON, M.H.; SOUZA, J.F.; REIS, V.S.; VIEIRA, F.S. 2013. Ensino de Paleontologia: uma abordagem não-formal no Laboratório de Paleontologia da Universidade Federal de Sergipe. **Terræ Didática**, 10(1): 14-21.

AMARAL, S. R.; COSTA, F. G. **Estratégias para o ensino de ciências: Modelos tridimensionais – uma nova abordagem no ensino do conceito de célula**. Universidade Estadual de Maringá. Bandeirantes, p.2, 2010.

ANELLI, L.E. **Ações para o ensino e divulgação científica em paleontologia**. Tese (Livre Docência). Instituto de Geociências – USP. São Paulo. 2018. 60 p.

ARAÚJO JUNIOR, H. I., PORPINO, K. O. Análise da abordagem do tema paleontologia nos livros didáticos de Biologia. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**, v.33, n.1, p.63-73, 2010.

ARAÚJO, M. J. A.; OLIVEIRA, P.R. **Psicologia da educação**. Aracaju: Gráfica Gutemberg, 2009.

ATAIDE, M.C.E.S; SILVA, B.V.C. As metodologias de ensino de ciências: contribuições da experimentação e da história e filosofia da ciência. **HOLOS**, v. 4, p. 171-181, 2011.

AUSUBEL, D.P. **Psicología educativa: um ponto de vista cognoscitivo. Educational psychology: a cognitive view**. México, Editorial Trillas. Traducción al español de Roberto Helier D., 1976.

BALL, S. J. Big Policies/Small World: an introduction to international perspectives in education policy. **Comparative Education**, v. 34, n.2, p.119-129, 1998.

BERGQVIST, L.P., PRESTES, S.B.S. Kit paleontológico: um material didático com abordagem investigativa. **Rev. Ciência & Educação**. v. 20 n.2, p. 345-357, 2014.

BOAS, G. A importância das teorias na prática pedagógica. **Portal educação**, 2013. Disponível em: [www.portaldaeducacao.com.br](http://www.portaldaeducacao.com.br). Acesso em: Agosto de 2019.

BOSETTI, E. P. A geografia e a paleontologia: perspectivas de inter-relações no ensino fundamental. **Terr@ Plural**, v. 1, n. 2, p. 129-138, 2007.

BOZZA, E. C. et al. **Ciências versus biologia:(des) encontro entre ensino fundamental e ensino médio**. 2016. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

BRIGGS, D.E.G.; CROWTHER, P.R. (2003). **Paleobiology II**. Oxford, Blackwell Science, 600 p. Campos, A.F. e Lima, E.N. Ciclo do Nitrogênio: Abordagem em livros didáticos, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ciências naturais: Ensino de primeira à quarta séries**. Brasília-136 p., 1997.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. **Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN): Ciências naturais: Ensino de quinta a oitava séries**. Brasília-138 p, 1998.

B R A S I L . **Programa Nacional do Livro para o Ensino Médio (PNLEM): livros recomendados**. Diário Oficial da União. Ministério da Educação, Seção 1, 1p, 2006.

BRASIL. Secretaria de Educação Básica. **Formação de professores do Ensino Médio**, Etapa II - Caderno III: Ciências da Natureza / Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica; [autores: Daniela Lopes Scarpa... et al.]. – Curitiba: UFPR/Setor de Educação, 2014.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular (BNCC)**. Educação é a Base. Brasília, MEC/CONSED/UNDIME, 2018.

C A C H A P U Z , A. F. Do Ensino das Ciências: seis ideias que aprendi. In: CARVALHO, A. M. P.; CACHAPUZ, A. F.; GIL-PÉREZ, D. (Org.). **O ensino das ciências como compromisso científico e social**. 1. ed. São Paulo: Cortez Editora, v. 1, p. 179-195, 2012.

CANDAU, Vera Maria Ferrão. Formação continuada de professores: Tendências atuais. In: REALI, Aline Maria. de Medeiros. Rodrigues; MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. (Org.). **Formação de professores: Tendência atuais**. São Carlos: EdUFSCar, p.140-152, 1996.

CARVALHO, I. S. **Paleontologia: cenários de vida**. 1 Ed. Rio de Janeiro: Interciência, v.5, 2014.

CARVALHO, A. L. P. A relação entre conteúdo acadêmico e conteúdo escolar no ensino da Geografia (algumas considerações sobre). **Revista Paranaense de Geografia**, Curitiba, n.5 p. 73-79, 2000.

CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CARVALHO, A. M. P.; PÉREZ, D. G. **Formação de professores de ciências**. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.

CASSAB, R. C. T. Objetivo e princípios. In: CARVALHO, I. S. **Paleontologia**. 3ed. Rio de Janeiro: Interciência, p.3-11. 2010.

CRUZ, L. C. O.; DE MORAES, S. S.; CHAVES, R. S. Importância dada à Paleontologia e Geologia no ensino de Ciências Naturais e Biologia: o que mudou?. **Terrae Didactica**, v. 15, p. e019055-e019055, 2019

DANTAS, M.A.T.; MELLO, F.T. Um conto, uma caixa e a Paleontologia: uma maneira lúdica de ensinar Ciências a alunos com deficiência auditiva. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, 4(1): 51-57, 2009.

DANTAS, M.A.T.; Araújo, M.I.O. Novas tecnologias no ensino de Paleontologia: CD-ROM sobre os fósseis de Sergipe. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias**, 1(2): 27-38, 2006.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1990.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, P. **Complexidade e Aprendizagem: A dinâmica não linear do conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2002.

DIAS, B. B.; MARTINS, M. R. Métodos Didáticos no Ensino da Paleontologia na Educação Básica do Brasil. **Anuario do Instituto de Geociências**, v. 41, n. 2, 2018.

DOURADO, L; PARO, V. H. **Políticas públicas e educação básica**. Xamã, 2001.

DUARTE, J.; TORRES.; J. BRITO, C. (2007). As TIC na formação de professores: do pacote Office ao pacote Moodle. In P. Dias; C. V. Freitas; B. Silva; A. Osório e A. Ramos (orgs.), **Actas da V Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação – Challenges 2007**. Braga: Centro de Competência da Universidade do Minho, pp. 893-904, 2007.

EDWARDS,W. **The early history of palaeontology**. Londres: British Museum (Natural History), 1967.

FABRI, F.; SILVEIRA, R. M. C. F. Alfabetização científica e tecnológica nos anos iniciais a partir do tema lixo tecnológico. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, Ponta Grossa, v. 5, n. 2, p. 99-127, 2012.

FARIA, F. F. **O homem e os fósseis: da relação mística à interpretação científica**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas. Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal. 2005.

FARIA, F. F. **O despontar de um paradigma na Paleontologia**. Filosofia e História da Biologia, v. 1, n. 1, p. 125-136, 2006.

FARIA, F. F.A. **“Condições de existência: uma constrição para a plenitude das formas”**. In: Filosofia e História da Biologia 2 – Seleção de trabalhos do V Encontro de Filosofia e História da Biologia, pp: 179-190. São Paulo: Fundo Mackenzie de Pesquisa, 2007.

FARIA, F. **Georges Cuvier: do estudo dos fósseis à paleontologia**. São Paulo: Editora 34, p. 272, 2012.

FARIA, A. C. R. et al. Ensino de Paleontologia em Escolas Públicas de Ensino Médio do Município de Divinópolis-MG. **Revista do ISED e ISEC - Professores em Formação**, v. 3, p. 02-09, 2015.

FERNANDES, A.C.S.; Fósseis: mitos e folclore. **Anuário do Instituto de Geociências – UFRJ**. v. 28, n. 01, p. 101-115, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 42.<sup>a</sup> edição, 2005.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido: saberes necessários a prática educativa**. 45.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2013.

GALIAZZI, M.C.; MORAES, R. **Análise textual discursiva**. Ijuí. Editora: Unijuí, 2011.

GATINHO, M. M. M.; ALMEIDA, C. M. Métodos didáticos no ensino de Paleontologia: uma análise dos Anais do ENPEC de 2011 a 2017. **Anais do**

**II Congresso Nacional de Ensino de Ciências e Formação de Professores.** Catalão, 2019.

GATTI, B. Educação, escola e formação de professores: políticas e impasses. **Educar em Revista**, Curitiba, Brasil, n. 50, p. 51-67, out./dez. 2013.

GATTI, B.A.; NUNES, M.M.R. (Org.). **Formação de professores para o ensino fundamental:** estudo de currículos das licenciaturas em Pedagogia, Língua Português, Matemática e Ciências Biológicas. Textos FCC, São Paulo, v. 29, 155p, 2009.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T. **Métodos de pesquisa/coordenado pela Universidade Aberta do Brasil – UAB/UFRGS**, Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009.

GIMENO SACRISTAN, J. **El curriculum:** uma reflexión sobre la práctica. Madrid: Morata, 1988.

HOHEMBERGER, R. **O uso de fósseis como temática para a abordagem da paleontologia no ensino de ciências.** Dissertação de Mestrado. Mestrado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. UFSM, RS. 2018. 75 p.

HEIRICH, C. M; MATSUMURA, W. M. K.; MYSZYSKI-JUNIOR, L. J; SEDORKO, D.; BOSETTI, E. P. O aprendizado da Paleontologia no Ensino Básico da cidade de Tibagi – PR. **Anais...** 2015.

HODSON, D. The nature of scientific observation. **School Science review.** n. 68, p. 17- 29, 1986a.

IZAGUIRRY, B. B. D.; ZIEMANN, D. R.; MULLER, R. T.; DOCKHORN, J.; PIVOTTO, O. L.; COSTA, F. M.; ALVES, B. S; ILHA, A. L. R.; STEFENON, V. M.; SILVA, S. D. A Paleontologia na escola: uma proposta lúdica e pedagógica em escolas do município de São Gabriel, RS. **Cadernos da Pedagogia.** São Carlos, Ano 7, v.7 n.13, p. 2-16, jul-dez., 2013.

JESUS, R. C. A.; SOARES, C. A. B.; NASCIMENTO, M. B. C. Práticas de ensino em ciências e biologia: um estudo com docentes das escolas estaduais de lagarto/sergipe. **Ciências Humanas e Sociais.** v. 3, n. 2, p. 137-160. 2016.

KRASILCHIK, M. **O professor e o currículo das ciências.** São Paulo: EPU/EDUSP, 1987.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia.** 6.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

KUHN, T. S. **Black-body theory and the quantum discontinuity, 1894-1912.** University of Chicago Press, 1987.

LIMA, J. O. G.; LEITE, L. R. O processo de ensino e aprendizagem da disciplina de Química: o caso das escolas do ensino médio de Crateús/Ceará/Brasil. **Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias, Buenos Aires**, v. 7, n. 2, p. 72-85, 2012.

LOUREIRO, C.F.B. A relação Teoria-prática na Formação de Professores em Educação Ambiental. In: CUNHA, A. M. O. et al. **Convergências e tensões no campo da formação e do trabalho docente.** Belo Horizonte: Autêntica, 2010.

LUCKESI, C. C. **Avaliação da aprendizagem:** componente do ato pedagógico. São Paulo: Cortez, 2011.

MARQUES DE SOUZA, J. Avaliação do processo de ensino-aprendizagem de conceitos de geociências por meio de um jogo de resolução de situações-problema. **Experiências em ensino de ciências**, v. 10, n. 3, p. 107-119, 2015.

MARTINS, L. A. P. História da ciência, objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n.2, p. 305-317, 2007.

MANSO, M. H. S. A aprendizagem significativa em artigos sobre ensino de biologia: uma revisão bibliográfica (Meaningful learning in papers on biology teaching: a literature review) Jane Victal do Nascimento [jvictalg@gmail.com], 2014.

MELLO, F.T de; MELLO, L. H. C de; TORELLO, M. B.F. A paleontologia na educação infantil: alfabetizando e construindo conhecimento. **Ciência e Educação**, Bauru, SP, v. 11, n. 3, p. 395-410, 2005.

MENEGAZI, S. M. L. **Valores, ética e cidadania: Livros paradidáticos para o público infante juvenil.** TCC, Porto Alegre – RS, 2011. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/32056/000786707.pdf?> Acesso em: 20/05/2019.

MENEZES, L. C., Formar professores: tarefa da Universidade. In: CATANI, D. B; MIRANDA, H. T, MENEZES L, C de – FISCHMANN, R (Org.). **Universidade, escola e formação de professores.** 2. Ed. São Paulo: Brasiliense, p. 115-125. 1987.

MIZUKAMI, M. G. N. Docência, trajetórias pessoais e desenvolvimento profissional. In: REALI, A. M. M. R.; MIZUKAMI, M. G. N. **Formação de professores: tendências atuais.** São Carlos: EdUFSCar, 1996. p. 59-91.

MIZUKAMI, M. G. N.; REALI, A. M. M. R. (Orgs.). **Formação de professores, práticas pedagógicas e escola**. São Carlos: EdUFSCar, 2002. p. 217-235.

MOREIRA, M.A. **Aprendizaje significativo: teoria y práctica**. Madrid: Visor, 2000.

MOREIRA, M. A. MASINI. EFS **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centeuro, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem significativa: a teoria e textos complementares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

NASCIMENTO, F. Pressupostos para a formação crítico-reflexiva de professores de ciências na sociedade do conhecimento. In: MIZUKAMI, M. G.. N. e REALI, A. M. M. R. (orgs.). **Teorização de práticas pedagógicas: escola, universidade, pesquisa**. São Carlos: UdUFSCar, p. 35-72, 2009.

NIETO, D.R.; FESHARAKI, O.; YELO, B.A.G. Películas de transfodo paleontológico: análisis científico y propuesta didáticas. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, p. 167-176, 2014.

NOBRE, S. B.; FARIAS, M. E. Formação continuada de professores: possibilidades e desafios para o ensino de Paleontologia na educação básica. **Anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Águas de Lindoia, São Paulo, Brasil, v. 10, 2015.

NOVAIS, T.; MARTELLO, A. R.; OLEQUES, L. C.; LEAL, L. A.; ROSA, A. A. S. Uma experiência de inserção da paleontologia no ensino fundamental em diferentes regiões do Brasil. **Terrae Didática**, Campinas, v. 11, n. 1, p. 33-41, 2015.

OLIVA, E. **Ensino da paleontologia em espaços não formais**. 2018. Dissertação de Mestrado. Universidade de Évora.

OLIVEIRA, A. A. S., Formas de organização escolar: desafios na construção de uma escola inclusiva. In: OMOTE, S. **Inclusão: intenção e realidade**. Marília, SP: Fundepe Publicações, 2004.

PACHECO, J. **Currículo: Teorias e Praxis**. Porto: Porto Editora, 2001.

PAIVA, J. Tramando concepções e sentidos para redizer o direito à educação de jovens e adultos. **Revista Brasileira de Educação**. Rio de Janeiro. v. 11 n. 33 p. 519-566, 2006.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educ. Soc.** [online]. vol.20, n.68, pp.109-125, 1999.

PEREZ GOMEZ, A. O pensamento prático do professor - a formação do profissional como profissional reflexivo. In NOVÓIA, A. **Os professores e a sua formação**, Lisboa: Dom Quixote, 1992.

PIRANHA, J. M.; CARNEIRO, C. D. R. O ensino de geologia como instrumento formador de uma cultura de sustentabilidade. **Revista Brasileira de Geociências**, v. 39, n. 1, p. 129-137, 2009.

PONTUSCHKA, N. N. Estudo do meio, interdisciplinar, ação pedagógica. In: I ENCONTRO SOBRE O SABER ESCOLAR E O CONHECIMENTO GEOGRÁFICO. 1. Ponta Grossa. **Boletim de Resumos**. Ponta Grossa: UEPG. p.7-23. 2005.

POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. 5.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

RAMOS, J.L.; TEODORO, V.D.; FERREIRA, F.M. Recursos educativos digitais: reflexões sobre a prática. In: DGI- DC. **Cadernos SACAUSEF VII**. Ministério da Educação e Ciência, p. 11-34, 2011.

RODRIGUES, F.A.; SUECKER, S.K.; Lara, I.C. Museu interativo, lúdico e Paleontologia: uma proposta de ensino interdisciplinar. **Areté**, 8(17): 177-186, 2015.

RONAN, C. **História ilustrada da ciência: da Renascença à revolução científica**. São Paulo: Círculo do Livro, 2002.

ROSITO, B. A. O ensino de ciências e a experimentação. In: MORAES, R. (org). **Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas**. 2.ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2003. p.195-208.

RUDWICK, Martin JS. **El significado de los fósiles**: episodios de la historia de la paleontologia. Hermann Blume, 1987.

SANTANA, Cristiana de Cerqueira Silva et al. Desafios para a gestão e conservação de Sítios Rupestres em áreas de extração de rochas ornamentais na Bahia. **Revista Eletrônica do Laboratório de Arqueologia e Paleontologia da UEPB**. Paraíba, v. 1, n. 5, 2012.

SANTOS, C. P. **A Educação Ambiental – um estudo de caso no município de Vitória da Conquista – BA** [Dissertação]. Ilhéus: Universidade Estadual de Santa Cruz. 115 p, 2007.

SANTOS, J. C. F. dos. **Aprendizagem Significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. Porto Alegre: Mediação, 2008.

SCHWANKE, C. A divulgação da paleontologia através de atividades de ensino e extensão. **Perspectivas do ensino de Biologia**, v. III, São Paulo, Faculdade de Educação, USP, v. 24179, p. 1-3, 2002.

SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. J. Educação e Paleontologia. In: CARVALHO, I.S. (Ed) **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2. Ed. 2004.

SCHWANKE, C.; SILVA, M. A. J. Educação e Paleontologia. In: CARVALHO, I.S. (Ed) **Paleontologia**. Rio de Janeiro: Interciência, v. 2, p. 123-130, 2010.

SENICIATO, T.; CAVASSAN, O. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação** (Bauru), p. 133-147, 2004.

SILVA JÚNIOR, C. A. **Fortalecimento das políticas de valorização docente**: proposição de novos formatos para cursos de licenciatura para o estado da Bahia. Brasília, DF: UNESCO/CAPES, 2010.

SILVA, M.G.L.; NEVES, L. S. **Instrumentação para o ensino de química I**. Natal: EDUFRN, 2006.

SILVA, P. P. S; SILVA, F.H.S e SILVA M.F.V. O construtivismo e a experimentação como tendências pedagógicas e metodológicas para o ensino de física moderna. **Interacções**. n. 29, p. 430-444, 2015.

SOBRAL, A.C.S.; SÁ, D.R.; Zucon, M.H. Multimídia: conteúdos de Paleontologia na forma de CD-ROM para a Educação Básica. **Scientia Plena**, 6(6): 1-10, 2010.

SOUTO, V. V. **A paleontologia no ensino básico: uma análise dos livros didáticos adotados em escolas de Campina Grande/ PB**, 2012.

TARDIF, M.; LESSARD, C. **O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas**. Petrópolis: Vozes, 2005.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. **Revista conceitos**, v. 55, n. 10, 2004.

TEDESCO, J. Presentación. In: OLIVEIRA, D. A. et al. Políticas educativas y territorios. **Modelos de articulación entre niveles de gobierno**. IPE/Unesco: Buenos Aires, 2010.

TEIXEIRA, P. M. M.; NETO, J. M. Investigando a Pesquisa Educacional. Um Estudo Enfocando Dissertações e Teses sobre o Ensino de Biologia no Brasil. **Investigações em Ensino de Ciências**. v. 11, n. 2, p. 261-282, 2006.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L. CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de pesquisa em educação**, Blumenau, v. 7, n.3, p. 853-876, set./dez.2012.

ZEICHNER, K. M. **A Formação Reflexiva de Professores, Ideias e Práticas**. EDUCA, Lisboa 1993.

ZUCON, M. H. et al. **Paleontologia geral**, 2011.

ZUCON, M. H. et al. Os conteúdos de Paleontologia e as perspectivas para o ensino fundamental. **Seminário de educação, comunicação, inclusão e interculturalidade**, v. 2, p. 366-380, 2009.

ZUCON M.H., SILVA M.A. 2010. Violência Cultural e os Conhecimentos Paleontológicos de Sergipe. In: Jalali V.R.R. **Estudos para a Paz**. Aracaju: Criação. p.283-300. 2010.

ZUCON, M.H.; VIEIRA, F.S.; PRAZERES, M.F.F.; DANTAS, M.A.T. O ensino de Paleontologia e a percepção dos alunos do curso de Biologia da Universidade Federal de Sergipe. v.1. **Anais do IV Colóquio Intern. Educ. e Contemporaneidade**. Aracaju: EdUFS. 2010.

## APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado(a) para participar, como voluntário, em uma pesquisa. Após ser esclarecido(a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Em caso de recusa você não será penalizado de forma alguma.

Em caso de dúvida você poderá procurar os Pesquisadores:

Prof. Dr. Cláudio M. de Almeida – **UEG** – no telefone (62) 9648-7970.

**Email:** *almeidacm@icloud.com*

Profa. Malena Marília Martins Gatinho – **UEG** – no telefone (91) 989918841.

**Email:** *nenagatinho22@gmail.com*

### INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA

**Título do Projeto** – OS DESAFIOS E POSSIBILIDADES DO ENSINO DE PALEONTOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.

**Pesquisadora Responsável** – Mestranda Malena Marília Martins Gatinho – **PPEC – UEG.**

**Orientador** – Dr. Cláudio M. de Almeida – **UEG.**

A pesquisa supracitada, desenvolvida pela pesquisadora Malena Gatinho em conjunto com os pesquisadores do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências da UEG – PPEC, sob a supervisão do professor Dr. Cláudio M. de Almeida – UEG tem por objetivo analisar de que modo a Paleontologia está inserida nos livros didáticos de Biologia e quais metodologias são desenvolvidas pelos professores da rede estadual de ensino de Anápolis para a compreensão desse conteúdo.

Do ponto de vista dos procedimentos utilizados na pesquisa empírica, serão desenvolvidas análises mediante estudo documental, entrevistas semi-estruturadas, realizadas com os professores de Biologia da Rede Estadual de Anápolis. Após convite e aceite em participar da pesquisa, os docentes responderão o roteiro de entrevistas com captação de áudio com o intuito de transcrição e análise.

Prof. Malena Marília Martins Gatinho

APÊNDICE 1 – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

**TERMO DE CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO DA PESQUISA**

Eu, \_\_\_\_\_, RG \_\_\_\_\_, CPF \_\_\_\_\_, concordo em participar do estudo **“OS DESAFIOS E POSSIBILIDADES DO ENSINO DE PALEONTOLOGIA NA EDUCAÇÃO BÁSICA.”** como sujeito da pesquisa. Autorizo a gravação de áudio da entrevista. Fui devidamente informado(a) e esclarecido(a) pelo pesquisador responsável, a Malena Marília Martins Gatinho, sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes de minha participação. Foi-me garantido que posso retirar meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade ou constrangimento.

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019.

Seu nome:

\_\_\_\_\_

Sua assinatura:

\_\_\_\_\_

**Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do sujeito em participar como voluntário.**

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

Nome: \_\_\_\_\_ Assinatura: \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2 – ROTEIRO DE ENTREVISTA

### 1. Caracterização do sujeito de pesquisa

- I- Gênero: ( ) Masculino ( )  
Feminino
- II- Idade:
- III- Formação:
- IV- Área de formação:

### 2. Formação e Docência

- I- Em que ano fez sua graduação?
- II- Possui alguma pós-graduação? Qual nível e linha de pesquisa?
- III- Em sua matriz curricular havia a disciplina de Paleontologia?
- IV- Há quanto tempo você atua como docente?
- V- Quais disciplinas você leciona no Ensino Médio?
- VI- Quantas horas semanais você leciona a disciplina de Biologia?
- VII- Para planejamentos e elaboração das aulas, quantas horas da sua jornada de trabalho são destinadas
- VIII- Em quais turnos você leciona?

### 3. Conhecimentos acerca da Paleontologia

- I- Como você define a Paleontologia?
- II- Dentro dos tópicos a seguir: conceito e tipos de fósseis, tempo geológico, tafonomia e processos de fossilização, qual deles você classificaria como fácil de ser trabalhado?
- III- Sabe-se que existem teorias sobre o surgimento das espécies, qual (is) você acredita? Comente.
- IV- Os fósseis são evidências de que a vida na Terra tenha surgido a aproximadamente 3,8 bilhões de anos. Como você vê essa afirmativa? Justifique.
- V- Defina fóssil?
- VI- Qual a importância prática da Paleontologia em seu cotidiano?

### 4. Práticas Metodológicas

- I- Quais as principais estratégias metodológicas e recursos/materiais didáticos que você utiliza nas suas aulas de Paleontologia?
- II- Qual seu método avaliativo para o conteúdo de Paleontologia?

- III- Você busca se manter informado acerca do conteúdo? Se Não, Justifique. Se Sim, de que maneira?
- IV- Sobre o livro didático utilizado adotado pela escola e utilizado em suas aulas:
  - a) Como ocorre o processo de escolha do livro? b) Contém o conteúdo de Paleontologia?
  - c) Como você avalia esse conteúdo?
- V - Quais recursos/ferramentas sua escola dispõe para que você trabalhe os conteúdos de Biologia e quais você mais utiliza para o conteúdo de Paleontologia?
- VI - Você acha que o ensino de Paleontologia pode se atrelar a outras áreas do conhecimento? Como poderíamos ampliar o ensino de paleontologia dentro do Ensino de Ciências? Discorra sobre.

## 5. **Dificuldades**

- I- Quais suas maiores dificuldades com relação ao ensino do conteúdo de Paleontologia?

PÊNDICE 3 – PROPOSTA DO LIVRO PARADIDÁTICO

MALENA MARÍLIA MARTINS GATINHO

CLÁUDIO MAGALHÃES DE ALMEIDA

# A HISTÓRIA DA TERRA:

*O ESTUDO DOS FÓSSEIS E SUA IMPORTÂNCIA*



## SOBRE OS AUTORES



Malena Marília Martins Gatinho é Mestranda do Programa de Pós Graduação Profissional em Ensino de Ciências da Universidade Estadual de Goiás (UEG). Possui graduação em Ciências Biológicas (licenciatura) pela Universidade Federal do Piauí (2016). Realiza estudos e pesquisas em Educação em Ciências/Biologia com ênfase nos seguintes temas: Formação de Professores, Metodologias e Recursos Educacionais para o Ensino de Ciências, Ensino de Paleontologia e Livros didáticos.



Cláudio Magalhães de Almeida possui graduação em Biologia pela Pontifícia Universidade Católica de Goiás (2000), mestrado em Geologia pela Universidade de Brasília (2005) e doutorado em Geologia pela Universidade de Brasília (2009). Atualmente é docente de ensino superior da Faculdade Unida de Campinas e docente de ensino superior da Universidade Estadual de Goiás. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Taxonomia, atuando principalmente nos seguintes temas: palestrante, integrante da comissão de apoio, paleontologia, palaeoecologia e bacia do Paraná.

## APRESENTAÇÃO

Esta obra é direcionada aos professores e da Educação Básica, a fim de servir como suporte no processo de compreensão de conceitos básicos da Paleontologia como: Fósseis, tipos de fósseis, processos de fossilização e a importância de estudar essa ciência.

A partir dos pontos de maior dificuldade percebidos através da conversa realizada com os professores do Ensino Médio, produzimos os textos enfatizando o que consideramos ser conceitos básicos e de grande relevância para uma melhor apreensão do conhecimento.

A nível de conteúdo, buscamos trazer em uma linguagem científica acessível, ilustrando com imagens reais para uma melhor visualização. Ao final, colocamos curiosidades acerca do Museu do Cerrado, links e dicas de leituras sobre o tema, uma proposta de atividade prática e, tendo em vista que utilizamos como aporte teórico da pesquisa a Teoria da Aprendizagem Significativa de David Ausubel, compreendemos que os mapas conceituais são considerados instrumentos importantes para se organizar e representar o conhecimento e, logo, trouxemos também como uma proposta de recurso para se utilizar em sala de aula.

Desejamos uma excelente leitura e esperamos contribuir de maneira significativa no processo de ensino e aprendizagem.

## DEDICATÓRIA

Dedicamos essa obra a todos os docentes, pois, exercer a nossa profissão em nosso país, é, antes de tudo, um ato de bravura, amor e resistência.

## SUMÁRIO

Você sabe o que é Paleontologia? .....	7
Os fósseis .....	8
Tipos de fósseis .....	11
Processo de fossilização .....	13
Tipos de fossilização .....	16
Você sabia? .....	19
Atividades sugeridas:	
Mapa Conceitual .....	22
Criando um fóssil em sala .....	24
Leia mais .....	25
Referências .....	26

VOCÊ SABE O QUE É A

## PALEONTOLOGIA?

O termo provém do grego *palaios* = antigo, *ontos* = ser, *logos* = estudo. Trata-se de uma ciência muito importante, porque nela pode-se investigar sobre os seres vivos que certamente existiram há muito tempo atrás. Que seres viveram? Quando viveram? Como? Onde?



Não se trata apenas de uma ciência meramente descritiva, ela se preocupa, também, com o conhecimento total dos organismos que antecederam os atuais, com seu modo de vida, condição ambiental sob as quais se desenvolveram causas da sua morte ou extinção e prováveis relações filogenéticas.

É importante conhecer os diversos ramos que esta ciência possui. Dentre eles, podemos citar a Micropaleontologia, Paleoecologia, Paleocnologia, Tafonomia e Sistemática.

(ZUCON, 2011)

# OS FÓSSEIS

Qual das imagens abaixo você classificaria como um fóssil?



Universidade Regional do Cariri (URCA). Disponível em: <http://gg.gg/m4zc3>. Acesso em 12 de set. de 2020.



Disponível em: <http://gg.gg/m4zfl>. Acesso em 12 de set. de 2020.



Museu de História Natural da Universidade de Oxford. Disponível em: <http://gg.gg/m4zhd>. Acesso em 12 de set. de 2020.



Gian Cornachini. Disponível em: <http://gg.gg/m4zj4>. Acesso em 12 de set. de 2020.



Disponível em: <http://gg.gg/m4zl8>. Acesso em 12 de set. de 2020.

A resposta é: todos eles! A Paleontologia contemporânea considera como fósseis os restos e vestígios preservados em contextos que não envolvam atividades humanas. A exclusão de restos cuja preservação envolve atividade antrópica não é simples, pois é difícil de se estabelecer o limite conceitual coerente que justifique a exclusão (TOMASSI E ALMEIDA, 2011).



Imagem 1. Fóssil de pena. Museu Nacional da UFRJ. Disponível em: <http://gg.gg/m50nt>. Acesso em 12 de set. de 2020.



Imagem 2. Fóssil de *Hymenoptera* (abelha). Museu Nacional da UFRJ. Disponível em: <http://gg.g/m50nt>. Acesso em 12 de set. de 2020.

Contudo, não podemos dizer que os fósseis são apenas restos de “animais e plantas” ou de “organismos”, pois muitos dos registros fósseis são compostos por restos de seres que não pertencem aos reinos animal e vegetal, como os protistas, que compreendem os protozoários e as algas. Os protistas também não são considerados organismos por algumas correntes da Biologia, pois são unicelulares, desprovidos de tecidos ou órgãos (TOMASSI E ALMEIDA, 2011).

Os restos ou vestígios de organismos com mais de 10.000 anos são considerados **fósseis**. Quando algum material fossilizado é encontrado e detecta-se que o mesmo apresenta menos de 10.000 anos, são denominados de **Subfósseis**.

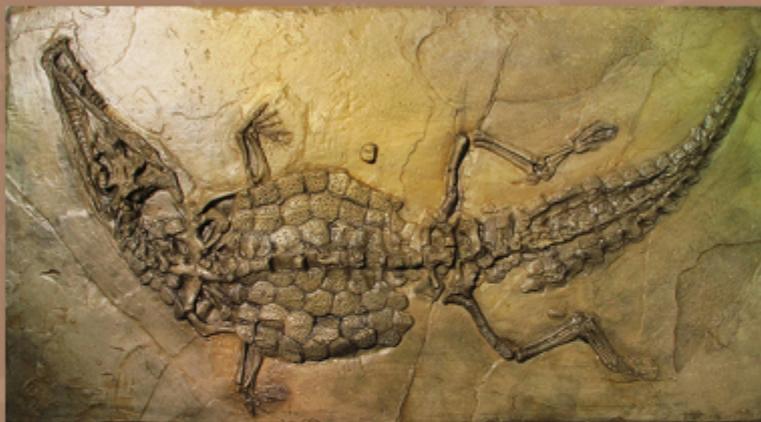


Imagem 3. Fóssil de uma espécie de crocodilo datado com mais de 160 milhões de anos. (Disponível em : <http://gg.gg/m51g5>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 4. Subfóssil de *Homo sapiens* encontrado na Austrália com idade estimada entre 9 e 13 mil anos. (Disponível em: <http://gg.gg/m51fw>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

# TIPOS DE FÓSSEIS

## ICNOFÓSSEIS



Imagem 5. Icnofóssil com marcas de pegadas de dinossauro. (Disponível em: <http://gg.gg/m524m>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 6. Icnofósseis de ovos de dinossauro. (Disponível em: <http://gg.gg/m525v>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Os icnofósseis são os vestígios fósseis, tais como as pegadas ou as marcas de folhas, galhos, entre outros, que indicam a existência de seres vivos no passado. A icnologia (do grego *ichnos*=pistas, marca, vestígio) abrange o estudo dos vestígios de atividades orgânicas. Essas estruturas orgânicas fossilizadas permitem inferir o comportamento dos organismos que as produziram, como pegadas, pistas, escavações e perfurações, ninhos, ovos e pelotas fecais (ZUCON, 2011).

## SOMATOFÓSSEIS OU FÓSSEIS CORPÓREOS



Imagem 7. Somatofóssil (Disponível em: <http://gg.gg/m535j>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 8. Fóssil da mandíbula de um jovem adulto, datando de um período de 175 a 200 mil anos atrás. (Disponível em: <http://gg.gg/m538a>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 9. Fóssil da *Titanomyrma gigantea*, espécie de formiga "gigante" de 49,5 milhões de anos. Disponível em: <http://gg.gg/m53da>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Esses são fósseis de partes integrantes do corpo dos organismos, por exemplo: fósseis de dentes, de ossos, de conchas, de folhas, de troncos e os moldes internos e externos de conchas e de carapaças, etc. Os somatofósseis fornecem detalhes mais diretos sobre a biodiversidade pretérita, por exemplo, a anatomia do organismo, enquanto os icnofósseis fornecem com qualidade informações sobre a ecologia dos organismos extintos (estudo da Paleoecologia) (NETO, SANTOS E MELO, 2017).

## PROCESSO DE FOSSILIZAÇÃO



Imagem 10. (Disponível em: <http://gg.gg/m53rz>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

A fossilização é um processo lento e complexo, em que estão envolvidos fatores físicos, como temperatura e pressão; fatores químicos, como o tipo de elementos químicos presentes no sedimento; e biológicos com a ação de seres decompositores sobre o organismo.

Os fósseis podem se preservar de diferentes modos e serem divididos em restos e vestígios. Os restos equivalem os fósseis corporais e os vestígios, a estruturas biogênicas relacionadas à morfologia ou ao comportamento do organismo (ZUCON, 2011).

Podem ser preservadas partes duras, como conchas, dentes, ossos, carapaças pertencentes aos animais e com composição rica em carbonatos e fosfatos ou pólen, sementes, caules e troncos, provenientes de vegetais; ou partes moles, como órgãos, pele, músculos, ou até mesmo o animal inteiro.



Imagem 11. Ilustração dos procesos tafonômicos (ou seja, de preservação dos restos orgânicos) que vai da morte até a fossilização do animal. (Disponível em: <http://gg.gg/m54ny>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

As partes moles podem ser preservadas, mas necessitam de condições especiais para que ocorra o isolamento rápido dos organismos em algum meio que não favoreça a decomposição e ajude a preservar a estrutura vivente. Essas condições podem ser um soterramento rápido ou um meio que não propicie a ação de bactérias, como ambientes áridos ou glaciais, ricos em sal ou com propriedades anti-sépticas (ZUCON, 2011).

Como exemplo de fossilização de partes moles podemos citar os das imagens a seguir:



Imagem 12. Mosquito preservado em âmbar. O âmbar isola o organismo do contacto com o exterior. (Disponível em: <http://gg.gg/m54pn>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 13. Garra de ave (Moa) com partes moles preservadas. A preservação ocorreu no interior de uma gruta com atmosfera seca e estéril. (Disponível em: <http://gg.gg/m54pn>. Acesso em 12 de set. de 2020.)



Imagem 14. Mamute preservado em gelo descoberto na Sibéria. O gelo interrompe a actividade dos microorganismos decompositores e retarda a decomposição físico-química. (Disponível em: <http://gg.gg/m54pn>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

## TIPOS DE FOSSILIZAÇÃO

### 1 INCRUSTAÇÃO

Ocorre quando os minerais trazidos pelas águas se infiltram no subsolo e se depositam em torno do animal ou planta, revestindo-o, como, por exemplo, animais que morreram no interior de cavernas.



Imagem 15. Exemplo de fósil por incrustação. (Disponível em: <http://gg.gg/m54tu>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

### RECRISTALIZAÇÃO 2

Ocorre quando modificações na estrutura cristalina do mineral sem haver alteração na composição química. Por exemplo, a conversão da aragonita das conchas de moluscos de moluscos em calcita.



Imagem 16. Molusco bivalve *Anodontites pricei*, coletado na Formação Marília (Disponível em: <http://gg.gg/m54tu>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

### 3 PERMINERALIZAÇÃO



Imagem 17. Exemplo de fósil por permineralização. (Disponível em: <http://gg.gg/m54tu>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Consiste no preenchimento de poros ou pequenas cavidades por uma substância mineral como sílica ou carbonato de cálcio. Os ossos e troncos são bastantes suscetíveis a essa forma de preservação.

Ocorre a perda gradual dos elementos voláteis da matéria orgânica restando somente o carbono. Esse tipo de fossilização ocorre com maior frequência nas estruturas constituídas por lignina e celulose, comuns nos vegetais; e quitina, nos insetos.

### CARBONIFICAÇÃO 4



Imagem 18. Exemplo de carbonificação recorrente a uma planta licófito. UFRGS. (Disponível em: <http://gg.gg/m5521>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

### 5 SUBSTITUIÇÃO

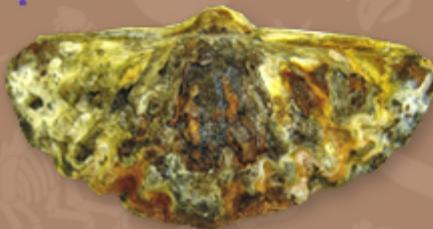


Imagem 19. Concha de braquiópode. Houve substituição de Calcita para Pirita. (Disponível em: <http://gg.gg/m5521>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Ocorre quando o mineral que constitui a concha é substituído por outro, por exemplo, sílica, pirita, limonita ou até mesmo por carbonato de cálcio presentes nas rochas. Os fósseis são réplicas de conchas primitivas.

6

## MOLDAGEM



Imagem 20. (Disponível em: <http://gg.gg/m64vb>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Consiste num tipo de fossilização em que os restos soterrados do ser vivo, após deixarem a sua forma gravada na rocha, são completamente degradados (até mesmo as partes mais duras desaparecem).

Ocorre quando a lacuna deixada no molde é preenchida por minerais, que se solidificam constituindo uma cópia, em rocha, do ser vivo original. Logo, a ocorrência de um processo de contramoldagem depende do processo de moldagem.

## CONTRAMOLDAGEM

7



Imagem 21. (Disponível em: <http://gg.gg/m64vb>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

8

## MUMIFICAÇÃO



Imagem 22. (Disponível em: <http://gg.gg/m64vb>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Há a preservação de parte ou de todo o organismo. Esse corpo pode ser congelado, desidratado ou solidificado por meio de substâncias impermeáveis. Dessa forma, podem ser preservadas ilesas algumas partes como, órgãos, pele e até sua última refeição.

## VOCE SABIA?

### MEMORIAL DO CERRADO



Imagem 23. Fóssil em exposição no Museu de História Natural no Memorial do Cerrado. (Disponível em: <http://gg.gg/m6628>. Acesso em 12 de set. de 2020)

Eleito em 2008 como o local mais bonito de Goiânia, O Memorial do Cerrado, complexo científico que funciona no Campus II da PUC Goiás, é um dos projetos do Instituto do Trópico Subúmido que representa as diversas formas de ocupação do bioma e os modelos de relacionamento com a natureza e a sociedade. É um museu que retrata desde a origem do planeta Terra à chegada dos portugueses ao Brasil. Escolas e grupos podem agendar visitas pelo espaço para que um monitor do Memorial possa ilustrar de uma maneira mais didática todas as características do ambiente.

O Memorial reúne espaços que representam as diversas formas de ocupação do Cerrado e os modelos de relacionamento com a natureza e a sociedade. Os melhores espaços para visitação como recurso didático no ensino de Paleontologia são:

### MUSEU DE HISTÓRIA NATURAL



Imagem 24-27. Museu de História Natural no Memorial do Cerrado. (Disponível em: <http://gg.gg/m60i6>. Acesso em 12 de set. de 2020.)

Este é um espaço de exposi es em que painéis e cenários narram a história evolutiva da Terra e do ambiente do cerrado. O visitante pode ver fósseis com data o de até 600 milhões de anos.

## VELHO HOMEM

Na parte expositiva do Memorial do Cerrado, o público entra em contato com o esqueleto do Homem da Serra do Cafezal, um dos mais antigos da América do Sul. Há ainda fósseis datados de até 600 milhões de anos.



Imagem 28. F. Weimer Carvalho. Esqueleto humano de 11000 anos AP, Gruta do Diogo, 1996 (Disponível em: <http://gg.gg/m618m>. Acesso em 12 de set. de 2020).

Este esqueleto foi encontrado no município de Serranópolis, em um dos sítios arqueológicos (Gruta do Diogo). O “Homem da Serra do Cafezal”, conhecido como Zé Gabiroba, foi datado com mais de 11.500 anos. São encontradas também nos abrigos, grande acervo de pinturas e gravuras rupestres. Por isso Serranópolis é reconhecida como um dos maiores patrimônios arqueológico das Américas.

Conheça mais sobre o museu em: [museucerrado.com.br](http://museucerrado.com.br)

VOCÊ SABE O QUE É UM  
**MAPA CONCEITUAL?**

Para Ontoria (2005), a utilização do mapa conceitual é apenas um meio para se alcançar um fim, um objetivo previamente proposto. Se configura como uma estratégia de ensino e aprendizagem, bem como uma ferramenta de avaliação, além de diversas outras possibilidades. Logo, é errada a compreensão ou efetivação do uso de um mapa sem uma proposição teórica clara e de metas antecipadamente estabelecidas. Como consequência, a utilização dos mapas oferecem perspectivas e opções pessoais relacionadas aos valores, às crenças e às posturas teóricas, conferindo solidificação para a prática educativa.

Na mesma direção dessa perspectiva, o mapa conceitual se ancora em um modelo de educação com características bem definidas, como: a) a centralidade no aluno; b) o desenvolvimento de habilidades e a não conformação com a repetição memorística do estudante; c) o desenvolvimento harmonioso das dimensões gerais do sujeito e não apenas as intelectuais ou cognitivas (ONTORIA, 2005; MOREIRA, 2006).



## PASSO A PASSO DO MAPA

- 1 Identifique o conceito principal, mas não esqueça que ele é subjetivo, de acordo com seu entendimento do assunto.
- 2 Coloque o conceito principal no topo da lista (primeiro nível hierárquico) e organize os conceitos relacionados nos demais níveis hierárquicos.
- 3 Una os conceitos através de linhas e utilize palavras para explicar a relação entre esses conceitos. Conceitos ligados sem a atribuição de palavras não evidenciam relação entre si.
- 4 Procure relacionar os conceitos de diversas partes do mapa, evidenciando, assim, seu domínio sobre o assunto.



Imagem 29. Exemplo de mapa conceitual com o tema "Origem da vida".  
(Disponível em: <http://gg.gg/m65xg>. Acesso em 12 de set. de 2020).

## ATIVIDADES SUGERIDAS

### CRIANDO UM FÓSSIL EM SALA

O objetivo desta atividade é reproduzir, de forma didática em sala de aula, os vestígios deixados pela existência de um organismo, ou seja, os icnofósseis.

Materiais necessários: Gesso, água, vaselina, um recipiente e um objeto para simular o fóssil (conchas, ossos, etc.)

- 1 Preparar uma mistura de gesso e água em um recipiente.
- 2 Passar vaselina no objeto que passará pelo objeto de "fossilização", para que ele não fique preso ao gesso.
- 3 Pressione o objeto contra o gesso e deixe o experimento de repouso de um dia para o outro.
- 4 No outro dia, retire o objeto e o molde está pronto!

O professor deve, então, explicar a importância dos icnofósseis e como estes fornecem informações sobre a ecologia dos organismos extintos.



## LEIA MAIS



Abaixo, estão algumas indicações de leitura para se aprofundar mais no assunto!

1. CASSAB, R. C. T. Objetivos e Princípios. In: Carvalho, I.S. (ed). Paleontologia. Vol 1. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
2. CARVALHO, I. S. Paleontologia: conceitos e métodos. 3ª ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010.
3. CARVALHO, I. S.; FERNANDES, A. C. S. Icnofósseis. In: Carvalho, I. S. (ed). Paleontologia. Vol 1. Rio de Janeiro: Interciência, 2004.
4. MENDES, J. C. Paleontologia Básica. Queiroz: Editora da Universidade de São Paulo, 1988.
5. <https://sbpbrasil.org>

## REFERÊNCIAS

1. ZUCON, Maria Helena et al. Paleontologia Geral. 2011.
2. TOMASSI, Henrique Zimmermann; ALMEIDA, Cláudio Magalhães. O que é fóssil? Diferentes conceitos na Paleontologia. 2011.
3. PAES NETO, V. D.; SANTOS, M. B. L.; MELO, T. P. Paleontologia e evolução no tempo profundo. In: ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. Evolução biológica: da pesquisa ao ensino. Porto Alegre, RS: Editora Fi, 2017.
4. MOREIRA, M. A. A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.
5. ONTORIA, A. Mapas conceituais: uma técnica para aprender. São Paulo: Loyola, 2005.

## SOBRE O LIVRO

Formato: 15x21 cm

Tipologia: Títulos = ETH, Corpo do texto = Open Sans

Papel de miolo: Sulfie 90g

Papel de capa: Triplex 250g

Número de páginas: ?

Impresao: Editora UEG

Todos os direitos reservados.  
Universidade Estadual de Goiás

BR-153 - Quadra Área, Km 99 - 75.132-903 - Anápolis-GO

[www.ueg.br](http://www.ueg.br) / Fone: (62) 3328-1181

2020

Impresso no Brasil / Printed in Brazil

