

**UMA ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR ENTRE
A QUÍMICA E A BIOLOGIA COM O ESTUDO DOS
FÓSSEIS PARA O TERCEIRO ANO DO ENSINO
MÉDIO**

**AN INTERDISCIPLINARY APPROACH BETWEEN CHEMISTRY
AND BIOLOGY WITH THE FOSSILS STUDY FOR THE THIRD
YEAR OF MIDDLE SCHOOL**

Letícia Gonçalves Brambilla Santos

Mestranda em Educação para Ciências e Matemática pela Universidade Estadual de
Maringá (UEM)- Paraná- Brasil
lehbrambilla@gmail.com

Álvaro Lorencini Junior

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo- USP. Professor Associado da
Universidade Estadual de Londrina (UEL)- Paraná- Brasil
lorencinijunior@gmail.com

Resumo

O presente artigo se apresenta com a proposta de estabelecer relação entre a Química e a Biologia no terceiro ano do Ensino Médio, representadas aqui com a Paleontologia no estudo de uma das evidências da evolução: Os fósseis. Para isso, faz-se necessário reinventar as aulas com uma didática diferenciada, declarada neste artigo de forma interdisciplinar, para que haja a aprendizagem significativa envolvendo as disciplinas de forma complementar, na qual os conteúdos abordados podem ser interpretados como uma ponte entre os saberes. Nesse viés, para consolidar a interdisciplinaridade dentro da disciplina de Biologia o enfoque será no estudo dos fósseis, já dentro da Química o foco será no conteúdo de Química Orgânica com os Carbonos, as funções orgânicas, a isomeria e as reações Orgânicas.

Palavras-chave: Paleontologia; fósseis; química; biologia; interdisciplinar.

Abstract

The present article presents a proposal of a relationship between a Chemistry and a Biology in the third year of High School, represented here with a Paleontology without study of one of the evidences of development: The fossils. To do this, it is necessary to reinvent as classes with a differentiated didactics, declared in this article in an interdisciplinary way, so that there is a meaningful learning involving as disciplines in a complementary way, in which the contents covered can be interpreted as a bridge between the knowledge. In this bias, to consolidate an interdisciplinarity within the discipline of Biology the focus will be no study of the fossils, already within the Chemistry the focus and not content of Organic Chemistry with the Carbon, as organic functions, an isomerism and as Organic reactions.

Keywords: Paleontology. Fossils; chemistry; biology; interdisciplinary.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente vivenciamos uma mudança educacional, tornando necessária a flexibilização da didática, planejando o conteúdo de forma não arbitrária e estabelecendo atividades potencialmente significativas, possibilitando ao aluno fazer relações entre o conhecimento científico aprendido em sala com o empírico resgatado de sua vivência. Nessa perspectiva, devemos nos preocupar com a necessidade do momento, reinventar, atualizar e repensar o ambiente escolar porque mesmo diante dos avanços tecnológicos o professor ainda encontra dificuldades em sala de aula, principalmente a de motivar os alunos. Tornar a aprendizagem mais efetiva implica em planejar atividades que proporcione a elaboração do conhecimento, a partir de relações entre o material potencialmente significativo e os conhecimentos prévios dos alunos. Assim, podemos considerar que a motivação para aprendizagem está na atividade desenvolvida em sala de aula que seja potencialmente significativa, conforme comenta Ausubel (2000, p.2):

A aprendizagem por recepção significativa envolve, principalmente, a aquisição de novos significados a partir de material de aprendizagem apresentado. [...] A interação entre novos significados potenciais e ideias relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz dá origem a significados verdadeiros ou psicológicos. Devido à estrutura cognitiva de cada aprendiz ser única, todos os novos significados adquiridos são, também eles, obrigatoriamente únicos.

Sendo assim, o presente trabalho propõe uma forma de dinamizar as aulas do Ensino Médio tornando interdisciplinares as áreas de ensino de Paleontologia, dentro da disciplina de Biologia e de Química, funcionando como uma ponte que possibilita o melhor entendimento de ambas, complementando-as. Nesse viés, dentro do conteúdo de Teorias Evolutivas estão presentes as evidências da evolução: os fósseis. Portanto, no presente artigo serão apresentados processos para datação, coleta, limpeza, conservação, armazenamento de fósseis, o uso da espectroscopia Raman para análise na Paleontologia e análise química como explicação da evolução ou influência na decomposição dos fósseis. Dessa forma, a interdisciplinaridade é potencialmente significativa e efetiva para ambas às partes, professor e aluno, pois promove a interação e o dinamismo, tornando assim as aulas cada vez mais interessantes e prazerosas. Quando o professor proporciona ao aluno uma diferenciação na prática pedagógica Lima (2008, p. 19) afirma:

A ação pedagógica implica, portanto, numa relação especial em que o conhecimento é apropriado. Para tanto, o educador necessita adequar sua prática pedagógica às possibilidades de desenvolvimento e de aprendizagem

de seus educandos. O aluno por sua vez, depende, também, de formar atividades que levem à formulação do conhecimento.

O ensino de ciências deve ser atualizado e as aulas devem ter a metodologia renovada através de técnicas de ensino diferenciadas, material didático e atividades, com a utilização adequada de ambos. A interdisciplinaridade nesse caso pode ser utilizada em todos os conteúdos previstos para o terceiro ano do Ensino Médio, como a química orgânica (Carbonos, Funções Orgânicas, Isomeria e Reações Orgânicas) e na disciplina de Biologia o conteúdo de evolução (Evolução dos seres vivos, evidências da evolução e História da vida na Terra). Nesse sentido, a proposta interdisciplinar funciona como ferramenta ideal para a aprendizagem, na medida em que propõe estímulo ao interesse do aluno, desenvolve níveis diferentes de experiência pessoal e social, ajudando a construir suas novas descobertas, desenvolvendo e enriquecendo sua personalidade, como um instrumento pedagógico que leva o professor à condição de condutor, estimulador e avaliador da aprendizagem. Dessa forma, possibilita a aproximação dos alunos ao conhecimento científico, envolvendo conteúdos abstratos e tornando-os de fácil compreensão, fazendo-os realizar raciocínios e analogias concretas, por meio de sua interação com o mundo e as pessoas com que tem contato.

Nessa perspectiva, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNs) a incentivam e complementam que ela precisa ir além da disciplina, para que possa “partir da necessidade sentida pelas escolas, professores e alunos de explicar, compreender, intervir, mudar, prever, algo que desafia uma disciplina isolada e atrai a atenção de mais de um olhar, talvez vários” (BRASIL, 1999, p. 88).

A metodologia utilizada para a elaboração deste artigo foi à pesquisa bibliográfica, por meio de livros impressos e artigos disponíveis em sites confiáveis. De acordo com Fonseca (2002. p.32):

A pesquisa bibliográfica é feita a partir do levantamento de referências teóricas já analisadas, e publicadas por meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos, páginas de web sites. Qualquer trabalho científico inicia-se com uma pesquisa bibliográfica, que permite ao pesquisador conhecer o que já se estudou sobre o assunto. Existem porém pesquisas científicas que se baseiam unicamente na pesquisa bibliográfica, procurando referências teóricas publicadas com o objetivo de recolher informações ou conhecimentos prévios sobre o problema a respeito do qual se procura a resposta.

Nesse viés, a interdisciplinaridade será vista como um elo integrador das duas disciplinas propostas, Biologia e Química, facilitando para os alunos do terceiro ano do Ensino Médio a apropriação do conhecimento, individual e grupal, construindo-os e aprimorando-os para que a aprendizagem seja ampliada.

2. DESENVOLVIMENTO

O universo encontra-se permeado de conceitos, deduções e interpretações da vida passada, reflexos de investigações científicas juntamente com avanços tecnológicos permitindo ao homem desvendar a história da Vida e da Terra. Nesse sentido, a Paleontologia é considerada uma ciência histórica com uma escala de milhões de anos no qual eventos geológicos, geográficos e o processo evolutivo são registrados de diversas maneiras. Portanto, Paleontologia significa estudar os seres antigos [*palaios* (antigo)+ *ontos* (ser)+ *logos* (estudo)]. Assim sendo, no âmbito educacional, ela contribui na disseminação do conhecimento auxiliando no processo de compreensão da vida tal como é hoje, processos naturais e complexos que atuam na formação de cidadãos críticos e reflexivos em sociedade. Porém, os conhecimentos paleontológicos ainda são restritos a museus e centros de pesquisa, portanto uma parcela da sociedade se mantém leiga em relação aos seus estudos. Outro aspecto da Paleontologia segundo Almeida (2015, p.36) é que:

A paleontologia é a ciência que se dedica ao estudo de fósseis. O termo fóssil é usado para descrever os restos ou vestígios de plantas e/ou animais; o termo deriva do latim *fossilis* e significa algo desenterrado. O estudo de fósseis tem como objetivo estudar as mudanças na geografia da Terra, no clima, nos ecossistemas e de que modo o conjunto dessas alterações influenciou a evolução das formas de vida pré-históricas. O conhecimento da composição química de plantas e animais extintos pode fornecer informações para entender a decomposição dos fósseis e compreender processos que levam à alterações significativas de compostos endógenos.

Nesse sentido, quanto ao estudo de fósseis dentro da disciplina de Biologia, percebemos a interdisciplinaridade com diversas disciplinas como a Física, Matemática, Geografia, História e a que iremos discutir adiante: Química. Assim, esta disciplina nos fornece dados desde a coleta e datação do fóssil, até sua limpeza, composição e

armazenamento. No terceiro ano do Ensino Médio, portanto é que a interdisciplinaridade discutida neste trabalho pode ser explorada, visto que o desenvolvimento dos conhecimentos necessários para entendê-lo só são aprendidos nesta etapa.

Quanto aos conceitos relativos aos níveis de interdisciplinaridade, Marcel Boisot os classifica em três graus:

1. Interdisciplinaridade estrutural. Quando as interações entre duas ou mais matérias levam à criação de um corpo de leis novas que formam a estrutura básica de uma disciplina original, que não pode ser reduzida à coordenação formal de suas geradoras, surge uma nova disciplina [...]. 2.

Interdisciplinaridade linear. É uma modalidade de intercâmbio interdisciplinar na qual uma ou mais leis tomadas de uma disciplina são utilizadas para explicar fenômenos de outra; mediante alguma redefinição das variáveis e parâmetros, ela seria ajustada ao novo centro disciplinar. A história da ciência constata numerosos exemplos de leis originárias de uma disciplina concreta que foram transferidas e aplicadas com êxito em outra. 3. Interdisciplinaridade restritiva.

O campo de aplicação de cada matéria é definido exclusivamente conforme um objetivo concreto de pesquisa e um campo de aplicação específico [...] (BOISOT, 1979 apud SANTOMÉ, 1998, p. 69).

Classificamos, portanto, o presente artigo se tratando da interdisciplinaridade Linear, visto que utilizamos a Química para explicar fenômenos da Paleontologia. Como, por exemplo, para datarmos um fóssil o método atual mais utilizado é a Datação Radioativa que utiliza elementos Radioisótopos. Tais elementos possuem núcleo atômico instável que emitem energia quando mudam para um isótopo estável. Nesse caso, a Isotopia ocorre quando há diferentes números de nêutrons, porém o mesmo número de prótons como, por exemplo, o Carbono-12 e Carbono-14 sendo os respectivos números 12 e 14 estão relacionados à massa atômica do elemento. Como o C^{14} possui dois nêutrons a mais, esta propriedade o torna radioativo e instável. Assim sendo, com a morte de um ser vivo não há mais a capacidade de absorção do C^{14} , ocorrendo à desintegração radioativa. Portanto, o tempo que leva para que a metade dos núcleos radioativos se transforme em outros mais estáveis é denominado meia-vida. De acordo com Wolinsky “Cada elemento apresenta um tempo de decaimento próprio. Para o C^{14} esse período é 5730 anos, e dessa forma, essa técnica utilizando o carbono, é confiável apenas para

fósseis de até 60 mil anos”. Nesse tempo, portanto, a metade de C^{14} vira C^{12} . Para identificar então a idade de um fóssil em laboratório as massas dos Carbonos são encontradas e usadas para a precisão de um número final.

Sendo assim, anterior a datação, a química também está presente e com papel importantíssimo na coleta de um fóssil. Esta coleta inicia-se com a retirada do sedimento junto ao fóssil através da limpeza mecânica que na maioria das vezes é feita com materiais odontológicos e outros de simples acesso (pincel, esponja, estilete, etc.). Se houver formação de crosta, pode ser necessário utilizar jatos de areia ou brocas especializadas. A remoção do sedimento exterior é essencial para observar características particulares do fóssil como orifícios, suturas, formato, etc. Sendo assim, como o processo pode danificar e fragilizar o material pode ser utilizado para estabilização compostos como acetato de polivinila líquida (PVA) que é um polímero sintético de fórmula estrutural $(C_4H_6O_2)_n$ para preservar detalhes morfológicos. Algumas partes que poderão estar modificadas podem ser reconstituídas e ligadas também pelo acetato de polivinila líquida além do éster de cianoacrilato de fórmula $C_5H_5NO_2$ e gesso $CaSO_4$. A vantagem de se utilizar o acetato é que ele é solúvel em água, portanto se desejar removê-lo seria necessário apenas submergi-lo. Além disso, ele faz com que uma película se forme sobre o fóssil, preservando-o e evitando que perca seus detalhes morfológicos. Da mesma forma, o cianoacrilato utilizado para colagem também tem suas vantagens como a secagem rápida. Já o gesso serve para que se complete ou reforce fósseis com estruturas ausentes ou fragilizadas.

Depois de prontos, os fósseis também devem possuir cuidados de acomodação, com camas feitas de materiais especializados, pois são peças pesadas e de minucioso cuidado. Portanto, um material que atende as características é a espuma de poliuretano resultante da mistura do Isocianato de fórmula C_2H_3NO com o Polioli que pode ser encontrado de acordo com Silva et al. (2003) “[...]na forma de poliéteres ou poliésteres, com diferentes funcionalidades e massa molecular”, resultando no pré-polímero de aspecto leve, resistente e maleável proporcionando segurança e livrando os fósseis de impactos mecânicos. Sendo assim, ao colocar a mistura sobre um fóssil, ela preenche o volume e o assenta.

Como citados anteriormente, os processos de coleta, preparação, datação e acomodação dos fósseis só é possível após sua formação e preservação. Portanto, a fossilização é um processo que resulta de fenômenos físicos, químicos e biológicos de determinado ambiente. Não são todas as partes dos organismos que possuem chances grandes de se preservarem, as que têm partes biomineralizadas por carbonatos, fosfatos e silicatos ou constituídos por materiais orgânicos resistentes, como a quitina e a celulose são mais fáceis (conchas, ossos e dentes), porém há vários casos de preservação de partes moles (vísceras, pele, músculos e vasos sanguíneos) (CASSAB,2000, p.4-6).

Assim sendo, após a morte de um organismo é natural que ocorra a decomposição de partes moles por bactérias e as partes duras através de impactos ambientais. Dessa forma, o processo de fossilização vai contra o ciclo natural, acontecendo em alguns casos. Para se validar vários fatores podem influenciar como o soterramento, a não decomposição por bactérias, a composição química, as condições do meio, etc. Além disso, mesmo formado um fóssil está sujeito a condições que podem destruí-lo como ventos, água corrente, áreas tectônicas, vulcanismo, etc. Portanto, quando encontramos um fóssil preservado podemos saber que o local em que ele está foi semelhante ao ambiente em que viviam ou para o qual foram levados. Peculiaridades químicas e fatores físicos, juntos, são responsáveis pela preservação e integridade do espécime fóssil. Os principais são: distância do transporte, tempo de flutuação, taxa de deterioração, taxa de mineralização e taxa de sedimentação (MARTINS-NETO; GALLEGO, 2006).

Entendemos por distância do transporte a quantidade e a velocidade em que foram levados por água ou ventos, através de planícies ou planaltos, chuva ou sol, dentre outros. O tempo de flutuação corresponde à submersão em água e os componentes da água em certo período a

(...) concentração salina, quantidade de O₂, resistência exterior, densidade, pH, temperatura, profundidade, tamanho, presença de minerais e fragmentos. Paralelamente, o tempo de flutuação depende da conveniência do organismo: se ele é duro, leve, pontiagudo, plano, delicado, grande, pequeno, e especialmente se ele está vivo ou morto (MARTINS-NETO; GALLEGO, 2006; p. 241).

Já a taxa de deterioração diz respeito às características da água em relação à composição como a quantidade de micro-organismos, presença ou ausência de anoxia no fundo, ausência ou presença e quantidade de minerais específicos no corpo d'água, e sobre ele (MARTINS-NETO; GALLEGO, 2006, p.241).

Tudo isso resulta em fósseis preservados de diferentes modos, dependendo dos fatores citados anteriormente e das substâncias químicas atuantes. Podemos reunir em dois grupos maiores restos e vestígios. Assim sendo, partes duras de sílica (SiO_2), cálcio (Ca), quitina ($\text{C}_8\text{H}_{13}\text{O}_5\text{N}$)_n, etc. tem mais chance de estarem preservadas totalmente, desde a cor até a composição química. A preservação pode ocorrer pelos processos de: Carbonização, Incrustação, Permineralização, Substituição e Recristalização que serão comentados a seguir. A presença de partes moles também ocorre em casos raros, os exemplos mais comuns são os de insetos, aracnídeos, rãs, etc. em âmbar, preservação glacial de mamutes, dessecação, ozocerite e lagoas asfálticas. O âmbar é uma substância que deriva de resina que sofreu fossilização, já o ozocerite é uma cera derivada do petróleo formada por hidrocarbonetos.

Dentre os processos citados acima, no processo de Carbonização ocorre a perda de elementos com baixo ponto de ebulição (voláteis) da matéria orgânica, restando apenas uma película de carbono. Algumas vezes a microestrutura se preserva permitindo estudar a anatomia dos mesmos. Já no processo de Incrustação as substâncias presentes na água são transportadas e auxiliam a cristalizar a estrutura do fóssil como um revestimento, muitas vezes de carbonato de cálcio (CaCO_3). Outro processo denominado Permineralização possibilita o preenchimento por mineral dos poros e cavidades, muitas vezes por carbonato de cálcio e sílica (SiO_2). A Substituição faz com que o conteúdo original seja substituído por materiais do meio como cálcio (Ca), sílica (Si), pirita (FeS_2) e limonita ($\text{Fe}(\text{OH})_3 \cdot n\text{H}_2\text{O}$). No caso da Recristalização, a composição química permanece a mesma, há então uma modificação na estrutura cristalina do mineral destruindo as microestruturas. Além dos restos, os Vestígios de acordo com Cassab são demonstrações da existência de organismos e do que eles faziam (CASSAB, 2000, p.9). Ademais dessa classificação denominam-se Icnofósseis, podendo considerar positivos quando em alto relevo e negativos quando em baixo relevo. Dessa forma, a nutrição e reprodução também podem ser testemunhadas: a nutrição por meio dos coprólitos (excremento fossilizado) e gastrólitos (pequenas pedras que aves utilizam para auxiliar

na digestão) e a reprodução por meio de alguns ovos e ninhos fossilizados como na Figura 1.

Figura 1. Ovos fossilizados



Fonte: Shutterstock (2015)

Dessa forma, após a coleta de uma amostra outro método da química que é utilizado para a identificação do processo de fossilização chama-se Espectroscopia Raman. Este tipo de espectroscopia propicia dados a nível molecular da amostra encontrada. Segundo Almeida (2015, p.32)

A técnica é baseada no espalhamento inelástico da radiação eletromagnética monocromática que interage com as moléculas, onde a radiação é espalhada com uma frequência diferente da incidida. Essa variação de frequência corresponde à diferença de energia entre dois estados vibracionais da molécula. Dessa forma, os espectros Raman apresentam bandas que são características de uma determinada ligação química da molécula e fornecem uma impressão digital da amostra, permitindo assim sua identificação.

Sendo assim, a espectroscopia proporciona uma análise rápida com pouco custo de reagentes e com certa simplificação para preparo de amostras. Como são coletadas grandes quantidades de dados, juntamente com a técnica utiliza-se a separação matemática de sinais. O aparelho de espectroscopia (espectrômetro) é visualmente semelhante a um microscópio (Figura 2).

Figura 2. À esquerda, vista frontal do espectrômetro inVia da Renishaw e à direita vista lateral mostrando o laser de argônio atrás do espectrômetro.



Fonte: Laboratório de Espectroscopia Raman- UFV (2016)

Nesta área da paleontologia, é de suma importância conhecer a composição de plantas e animais já extintos para que possamos entender como ocorreu a decomposição e a evolução. Para Almeida (2015, p.36) na análise química “[...] podem-se resolver assinaturas bioquímicas e ambientais de seres extintos [...] mostrar as variáveis que controlam e influenciam a decomposição, sendo as amostras paleontológicas verdadeiras experiências geoquímicas.” Assim sendo, é comum utilizarmos a microscopia para a análise, porém não fica nítida a observação de partes delicadas nem mesmo a composição química. Portanto, o uso da espectroscopia preserva também a raridade de amostras, visto que os fósseis são únicos e de valor imensurável, identificando sua origem biológica através de estruturas carbonáceas. Para Almeida (2015, p.37) ela inova o saber estrutural e composicional de partes moles em fósseis, identificando a matéria orgânica e com ênfase nos ossos. Sendo assim, a importância fundamental é que permite a observação e análise do fóssil sem danificá-lo.

Portanto, desde a formação e conservação até a análise e armazenamento de fósseis a química tem um papel fundamental e único, englobando diversos assuntos da área e utilizando-os para diversas funcionalidades.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a contextualização e interdisciplinaridade da Química e da Biologia, especificamente na paleontologia, percebe-se que a segunda não consegue se validar se não houver a primeira, ou seja, a Paleontologia depende da Química para retirada, limpeza, datação, conservação, armazenamento do fóssil, entre outros. Nesta perspectiva, os estudantes do terceiro ano do ensino médio ao estudarem atividades Paleontológicas como as possíveis datações de um fóssil estarão consequentemente aprendendo Química, da mesma forma, isso também ocorre ao desenvolverem atividades da Química para aprenderem Biologia, garantindo assim a associação temática entre as disciplinas.

Sendo assim, a Química complementa e faz-se indispensável, possibilitando a aprendizagem significativa aos estudantes, que com sua contextualização compreendem os fenômenos da Paleontologia. Portanto, o presente trabalho engloba muito do conteúdo

programático do terceiro ano do Ensino Médio como, por exemplo, Química orgânica, funções orgânicas, isomeria, evolução dos seres vivos, evidências da evolução e História da vida na Terra. Desta forma, a interdisciplinaridade das disciplinas propostas promove ir além da teoria e entendê-la, observando a prática através dos fósseis, funcionando então como facilitadora e instrumento de aprendizagem significativa.

Nesta perspectiva, entender e utilizar a química permite o manuseio, classificação, armazenamento e cuidados corretos aos fósseis que são únicos e de valor imensurável, garantindo assim a preservação morfológica e conseqüentemente a clareza dos trabalhos realizados com o material. Além disso, ela permite através de estudos propor uma ideia de como viviam os seres que habitavam o planeta, como se alimentavam, como se reproduziam, etc.

Portanto, ambas as disciplinas são complementares, desenvolvendo no âmbito escolar uma visão de totalidade, com a soma de conteúdos interligados, formando a complexidade contextual. Esta contextualização é necessária para o âmbito biológico com o estudo dos fósseis, porém no químico, poderia ser apenas uma das disciplinas em que a interdisciplinaridade estaria presente. A Química nesse artigo antecede o entendimento das evidências da evolução, como uma matéria que é utilizada para ações citadas anteriormente (retirada, limpeza, datação) e para a melhor compreensão de seus conteúdos e os de Biologia, conseqüentemente levando ao entendimento dos fósseis. Nesta perspectiva, ambas se aliam dentro da Paleontologia, estudando a vida que já ocorreu através dos registros geológicos denominados fósseis, observando os processos de integração e formação bem como seu desenvolvimento, corroborando para tentar entender como eram alguns aspectos da vida antepassada por meio da complexidade contextual.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Ana Maria Ramos. **Espectroscopia Raman e Quimiometria como ferramentas analíticas para química forense e Paleontologia**. Campinas, SP: [s.n.],2015.

AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. 1 Edição. Paralelo Editora. Lisboa, 2000.

BOCHNIAK, Regina. **Questionar o conhecimento: interdisciplinaridade na escola**. 2 Edição. Editora Loyola. Soa Paulo, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação - MEC, Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

CASSAB, R.C.T.. 2000. Objetivos e Princípios. In: Carvalho, I.S.. (ed). **Paleontologia**. Vol 1. Rio de Janeiro: Interciência – cap 1, p. 3-11.

FONSECA, J. J. S. **Metodologia da pesquisa científica**. Fortaleza: UEC, 2002.
Laboratório de Espectroscopia Raman. **Infra-estrutura UFV**. Disponível em: <http://www.posfisicaaplicada.ufv.br/?page_id=81#ER>. Acesso em: 01 mai. 2017.

LIMA, E. S. **Indagações sobre o currículo: currículo e desenvolvimento humano**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2008.

MARTINS-NETO, R. G; GALLEGO, O. F.. 2006. "Death Behaviour" (Thanatoethology new term and concept): **A Taphonomic Analysis providing possible paleoethologic inferences** – special cases from Arthropods of the Santana Formation (Lower Cretaceous, Northeast Brazil). *Geociências*, v. 25, n. 2, p. 241-254.

SANTOMÉ, J. T. **Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

SILVA, D. D; CHIERICE, G. O; GALHIANE, M. S; CHAAR, J. S; MOUCHREK, V. E. **Quantificação do linalol no óleo essencial da *Aniba duckei* Korstermans utilizando uma nova coluna capilar POLYH4-MD em Cromatografia Gasosa**. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422003000400002> Acesso em: 25 abr. 2017.

WOLISNKY, A. E. **Química e a datação de fósseis**. Disponível em: <<http://parquedaciencia.blogspot.com.br/2013/01/quimica-e-datacao-dos-fosseis.html>>. Acesso em: 20 abr. 2017.