



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA

FRANCISCO IRANILDO DINIZ

**CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE BIOLOGIA: O GEOPARK DO CARIRI
COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO EM TEMÁTICAS DE EVOLUÇÃO E
ECOLOGIA**

FORTALEZA - CEARÁ

2019

FRANCISCO IRANILDO DINIZ

**CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE BIOLOGIA: O GEOPARK DO CARIRI
COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO EM TEMÁTICAS DE EVOLUÇÃO E
ECOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Estadual do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Adervan Fernandes
Sousa.

FORTALEZA – CEARÁ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Universidade Estadual do Ceará

Sistema de Bibliotecas

Diniz, Francisco Iranildo.

Contextualização do ensino de Biologia: o Geopark do Cariri como possibilidade para o ensino em temáticas de Evolução e Ecologia [recurso eletrônico] / Francisco Iranildo Diniz. - 2019.

1 CD-ROM: il.; 4 1/2 pol.

CD-ROM contendo o arquivo no formato PDF do trabalho acadêmico com 112 folhas, acondicionado em caixa de DVD Slim (19 x 14 cm x 7 mm).

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual do Ceará, Centro de Ciências da Saúde, Mestrado Profissional em Ensino de Biologia, Fortaleza, 2019.

Área de concentração: Ensino de Biologia.

Orientação: Prof. Dr. Adervan Fernandes Sousa.

1. Ensino de Biologia. 2. Museu de Paleontologia. 3. Geossítios. 4. Aprendizagem contextualizada. I. Título.

FRANCISCO IRANILDO DINIZ

**CONTEXTUALIZAÇÃO DO ENSINO DE BIOLOGIA: O GEOPARK DO CARIRI
COMO POSSIBILIDADE PARA O ENSINO EM TEMÁTICAS DE EVOLUÇÃO E
ECOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO, do Centro de Ciências da Saúde da
Universidade Estadual do Ceará, como
requisito parcial para obtenção do título de
Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em: 26 de julho de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Adervan Fernandes Sousa (Orientador)

Universidade Estadual do Ceará – UECE



Prof. Dr. Fabrício Bonfim Sudério

Universidade Estadual do Ceará – UECE



Dr.^a Daniela Queiroz Zuliani

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB

À minha esposa Suzy e ao meu filho André,
bênçãos que o Senhor me concedeu.

RELATO DO MESTRANDO

O Mestrado Profissional em Ensino de Biologia – PROFBIO foi para mim a realização de um sonho pessoal e profissional. O curso, voltado aos professores do Ensino médio em efetivo exercício, nos trouxe a oportunidade da aplicação direta em sala de aula das experiências vivenciadas durante o mestrado através de atividades práticas possibilitando a reflexão e avaliação sobre a nossa atuação docente e a busca de estratégias de ensino voltadas à melhoria da qualidade do ensino de Biologia. Do mesmo modo, as apresentações dessas atividades ao final de cada tema foram momentos enriquecedores tanto em relação as discussões quanto a troca de experiências entre os colegas do mestrado através dos relatos das expectativas, metodologias, dificuldades e resultados obtidos em cada projeto. Pode se perceber em quais situações as abordagens foram ou não investigativas e como os conteúdos dos tópicos foram abordados levando-se em consideração o exercício da metodologia científica. Os conteúdos abordados durante o curso foram significativos uma vez que serviram para o aprofundamento do conhecimento em Biologia. A modalidade semi-presencial com atividades no AVA contribuiu para a aprendizagem e interação entre os mestrandos e o corpo docente do mestrado. Por fim, o trabalho de conclusão nos trouxe a oportunidade da pesquisa, do desenvolvimento de propostas de ensino e da construção de um produto educacional que tendem a enriquecer o ensino de Biologia no Ensino médio.

AGRADECIMENTOS

A Deus, mestre por excelência em todas as coisas.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por seu apoio financeiro ao PROFBIO.

Ao Prof. Dr. Adervan Fernandes Sousa pela confiança, orientação e apoio.

Aos membros da banca Prof. Dr. Fabrício Bonfim Sudério e Prof.^a Dr.^a Daniela Queiroz Zuliani pelas críticas e sugestões.

A todo o corpo docente da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e do Programa de Pós-graduação ProfBio.

Aos colegas do ProfBio pela amizade, atenção, ajuda e companheirismo.

À minha esposa Suzy e ao meu filho André pela compreensão amor e incentivo.

Aos meus irmãos pelo incentivo e orações.

A Cícero Moura, Aurilene e Enzo pela hospitalidade.

Ao meu sobrinho José Glauber Lemos Diniz por toda ajuda.

A Ademar Lemos, Fátima Diniz, Manoel Filho e Neide pela hospitalidade e ajuda.

Aos amigos Aislan Lima, Ana Paula, Benedito Soares, Carlos André, Dociana, Eduardo Borges, Fátima Siébra, Francisco Idalécio, Geórgia, Glória Lima, Ícaro Mayan, Isla Mária, Liliane Araújo, Maria Dalva, Mara Ruth, Orlando Miguel e Sandra Rodrigues, por toda ajuda.

A todos que de forma direta ou indireta auxiliaram na concretização deste trabalho. O meu agradecimento.

RESUMO

O conhecimento científico está presente no cotidiano, principalmente, quando consideramos a relação Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). Desse modo, a contextualização do ensino é uma recomendação tangível nos documentos oficiais de educação. Levando-se em consideração o ensino de Biologia no Ensino médio e a possibilidade de contextualizá-lo, o objetivo deste trabalho foi desenvolver possibilidades de abordagens contextualizadas do ensino de Evolução e Ecologia usando os geossítios do Geopark Araripe e o Museu de Paleontologia do Cariri como espaços de aprendizagem para a disciplina de Biologia do Ensino médio. Para tanto, foi analisado o livro didático de Biologia correspondente ao 3º ano do Ensino médio utilizado em escolas do município de Várzea Alegre – CE, selecionado a partir do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) adotado para o triênio 2018, 2019 e 2020. Além disso, foram feitas visitas aos geossítios Ponte de Pedra e Pedra Cariri em Nova Olinda-CE, Pontal de Santa Cruz em Santana do Cariri-CE e ao Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, procurando levantar possibilidades a partir da realidade local para abordagem dos conteúdos de Ecologia e Evolução. Constatou-se na análise do livro didático que, embora alguns critérios, como a relação com o cotidiano, a exploração de concepções alternativas, o uso de imagens que possam ser contextualizadas e a exploração de situações locais, sejam atendidos parcialmente, ainda não são suficientes para contextualização dos conteúdos de Biologia. Verificou-se também que os geossítios visitados apresentam trilhas com valores científicos, estéticos, culturais, dentre outros que podem ser utilizados na contextualização do ensino de Biologia e de forma interdisciplinar. O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri-CE pode ser incluído no roteiro das visitas aos geossítios. Sendo um ambiente não-formal de aprendizagem com riquíssimo acervo de fósseis provenientes da região possui notável valor científico. Por fim, como produto educacional foi produzida uma cartilha como material didático complementar ao livro didático. Dessa forma, constatou-se que o Geopark do Cariri oferece possibilidades de se abordar situações locais dentro do ensino de Biologia, tanto as relacionadas ao conteúdo Evolução quanto as que se relacionam ao conteúdo Ecologia.

Palavras-chave: Ensino de Biologia. Museu de Paleontologia. Geossítios. Aprendizagem contextualizada.

ABSTRACT

Scientific knowledge is present in everyday life, especially when we consider the relationship Science, Technology and Society (CTS). Thus, the contextualization of teaching is a tangible recommendation in official education documents. Taking into consideration the teaching of biology in high school and the possibility of contextualizing it, the aim of this work was to develop possibilities of contextualized approaches to teaching evolution and ecology using the geopark Araripe geosites and the Cariri Paleontology Museum as learning spaces for high school biology. To this end, we analyzed the Biology textbook corresponding to the 3rd year of high school used in schools in the municipality of Várzea Alegre - CE, selected from the National Textbook Program (PNLD) adopted for the period 2018, 2019 and 2020. In addition, visits were made to the Ponte de Pedra e Pedra Cariri geosites in Nova Olinda-CE, Pontal de Santa Cruz in Santana do Cariri-CE and the Paleontology Museum of the Regional University of Cariri / URCA, seeking to raise possibilities from reality. site for approaching the contents of ecology and evolution. It was found in the analysis of the textbook that, although some criteria, such as the relationship with daily life, the exploration of alternative conceptions, the use of images that can be contextualized and the exploration of local situations, are partially met, are still not enough. for contextualizing the contents of Biology. It was also verified that the visited geosites present trails with scientific, aesthetic and cultural values, among others that can be used in the contextualization of biology teaching and in an interdisciplinary way. The Santana do Cariri-CE Palaeontology Museum can be included in the itinerary of visits to geosites. As a non-formal learning environment with a rich collection of fossils from the region, it has remarkable scientific value. Finally, as an educational product, a booklet was produced as a didactic material complementary to the textbook. Thus, it was found that the Cariri Geopark offers possibilities to address local situations within the teaching of biology, both those related to Evolution content and those related to Ecology content.

Keywords: Biology Teaching. Paleontology Museum. Geosites. Contextual learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Visão geral da localização do Geopark Araripe	33
Figura 2 - Fóssil do peixe <i>Brannerion latum</i> exposto no Museu de Santana do Cariri-CE	38
Figura 3 - Vista panorâmica do geossítio Ponte de Pedra, Nova Olinda –CE	40
Figura 4 - Início da trilha do geossítio Pontal de Santa Cruz	41
Figura 5 - Reconstituição do cenário do Membro Crato durante o período Cretáceo ..	43
Figura 6 - Estratificações do Calcário Laminado no geossítio Pedra Cariri	44
Figura 7 - Imagem da réplica do <i>Santanaraptor placidus</i> que se encontra no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA	46
Figura 8 - Fóssil de <i>Dastilbe crandalli</i> relacionando-se de forma canibalesca	47
Figura 9 - Fósseis de <i>Axelrodichthys araripensis</i> (Celacantos).....	48
Figura 10 - Reconstituição da árvore e dos ramos da espécie <i>Brachyphyllum obesum</i> ...	50
Figura 11 - Mapa da localização dos geossítios do Geopark Araripe destacando (em vermelho) os geossítios Pedra Cariri (5), Ponte de Pedra (8) e Pontal de Santa Cruz (9).....	52
Figura 12 - Relações de mutualismo (líquens) presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE	55
Figura 13 - Relações de epifitismo e herbivoria presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE	56
Figura 14 - Relações de sociedade em cupinzeiros presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE	56
Figura 15 - Mapa explicativo da trilha do Pontal de Santa Cruz	58
Figura 16 - Exemplos de algumas relações ecológicas observadas no geossítio Pontal de Santa Cruz: (A) parasitismo, (B) mutualismo e (C) sociedade	59
Figura 17 - Imagem obtida a partir do topo do geossítio Pontal de Santa Cruz onde é possível observar a parte da depressão sertaneja e vista parcial da Chapada	60
Figura 18 - Registo fotográfico do painel com exposição de fósseis de <i>Dastilbe crandalli</i>	65
Figura 19 - Cladograma mostrando as relações filogenéticas dos dinossauros <i>Theropoda</i>	67

Figura 20 - Região da pélvis de répteis evidenciando (em vermelho) a região acetabular (ac)	68
Figura 21 - Fóssil da asa do pterossauro <i>Anhanguera santanae</i> e sua reconstituição	69

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1	A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO MÉDIO.....	16
1.2	LIVRO DIDÁTICO COMO O PRINCIPAL RECURSO DE ENSINO.....	19
1.3	CONTEXTUALIZAÇÃO PARA MELHOR COMPREENSÃO DA REALIDADE LOCAL.....	21
1.4	A AULA DE CAMPO ENQUANTO INSTRUMENTO DE FACILITAÇÃO DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS DA NATUREZA.....	23
1.5	O USO DE CARTILHAS COMO MATERIAL DIDÁTICO	26
2	OBJETIVOS	29
2.1	GERAL.....	29
2.2	ESPECÍFICOS	29
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1	ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA DO 3º ANO ADOTADO NAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE VÁRZEA ALEGRE – CE TRIÊNIO 2018, 2019 E 2020.....	31
3.2	LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE LOCAIS PARA AULAS DE CAMPO	32
3.3	VISITAS AO MUSEU DE PALEONTOLOGIA DE SANTANA DO CARIRI	35
3.4	ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DO MATERIAL DIDÁTICO COMPLEMENTAR AO LIVRO DIDÁTICO	35
4	RESULTADOS	37
4.1	TRILHAS NOS GEOSSÍTIOS COMO POSSIBILIDADE PARA AULA DE CAMPO	39
4.1.1	TRILHA NO GEOSSÍTIO PONTE DE PEDRA	39
4.1.2	TRILHA NO GEOSSÍTIO PONTAL DE SANTA CRUZ EM SANTANA DO CARIRI - CE.....	40
4.1.3	TRILHA NO GEOSSÍTIO PEDRA CARIRI.....	42
4.2	OS FÓSSEIS DO MUSEU DE PALEONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI/URCA	44
5	DISCUSSÃO	52

5.1	O GEOPARK COMO POSSIBILIDADES DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA	52
5.2	O MUSEU DE PALEONTOLOGIA DE SANTANA DO CARIRI-CE COMO POSSIBILIDADE DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA	63
6	CONCLUSÃO	71
	REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

É inegável a importância do conhecimento científico nos dias atuais principalmente quando levamos em consideração a relação Ciência e Tecnologia e Sociedade e sua influência “[...] nas dimensões humana, social, cultural e econômica [...]” (MIRANDA; FREITAS, 2008, p. 79). Para Santos (2003, p. 17), “[...] o conhecimento científico é hoje a forma oficialmente privilegiada de conhecimento e sua importância para a vida das sociedades contemporâneas não oferece contestação”. Segundo Ribeiro e Genovese (2015) um ensino contextualizado que leva em consideração essa relação, proporciona progressos na valorização às questões sociais, aprendizagem de conceitos científicos e sua conexão com problemas cotidianos. Por outro lado, com respeito às CTS, Miranda e Freitas (2008, p. 80) enfatizam as dificuldades dos professores em abordar tal perspectiva. Segundo esses autores,

Entre os principais fatores que provocaram dificuldades para a implantação da perspectiva curricular CTS, destacam-se a formação deficitária dos professores, que, via de regra, não abrange conteúdos e procedimentos sobre a Natureza da Ciência e da Tecnologia, e a ausência de uma abordagem contextualizada dos conhecimentos produzidos pela Ciência na sua relação com a Tecnologia e a Sociedade. Por não conhecerem nem estarem aptos ou receptivos a essa mudança, os professores encontram dificuldades para investir em práticas de ensino nessa perspectiva, e quando o fazem, os resultados são pouco satisfatórios.

Embora Santos (2012) considere relevante a relação CTS, ressalta que esta não deve ser usada como mais um *slogan* de letramento científico. Portanto, ele defende CTS como um elemento inserido em um universo mais abrangente no qual teria sua própria identidade e relevância para o letramento científico, sendo, no entanto, um ponto de intersecção na composição da tríade Ensino de Ciências, educação tecnológica e educação para a cidadania.

Desse modo, preparar o aluno para o exercício da cidadania, uma das finalidades do Ensino médio de acordo com a LDB Lei nº 9.394/96, seria torná-lo capaz de compreender, opinar e atuar sobre essa relação, pois, como afirma Kapp *et al.* (2017, p. 4782), “[...] a inserção da perspectiva Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) no campo educacional apresenta-se como uma alternativa de formação voltada para a cidadania e tomada de decisões responsáveis [...]”. Esse aluno crítico e reflexivo segundo Gadotti (2013), seria aquele que não somente tem consciência de seus direitos e deveres como também participa dos avanços científicos e tecnológicos da sociedade. Em tal cenário, a Biologia tem um papel de destaque em vários assuntos presentes em nosso cotidiano. Como exemplo podemos citar a biotecnologia, os problemas ambientais, as doenças infecciosas, entre outros. Sendo assim, o

professor de Biologia dispõe de situações que, a princípio, são estimuladoras para o ensino dessa disciplina. No entanto, como expresso nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 17)

Contraditoriamente, apesar de a Biologia fazer parte do dia-a-dia da população, o ensino dessa disciplina encontra-se tão distanciado da realidade que não permite à população perceber o vínculo estreito existente entre o que é estudado na disciplina Biologia e o cotidiano. Essa visão dicotômica impossibilita ao aluno estabelecer relações entre a produção científica e o seu contexto, prejudicando a necessária visão holística que deve pautar o aprendizado sobre a Biologia.

Essa dificuldade em estabelecer relações entre o ensino de ciências e o seu contexto também é observada por Pozo e Crespo (2009) quando afirmam que nossos alunos não conseguem aprender Ciência e quando demonstram algum aprendizado não conseguem relacioná-los a outros conhecimentos, principalmente quanto à resolução de novos problemas. Em outras palavras, o ensino de ciência não é significativo para a maioria de nossos alunos como afirmam Pozo e Crespo (2009, p. 16-17),

Muitas vezes, os alunos não conseguem adquirir as habilidades necessárias, seja para elaborar um gráfico a partir de alguns dados ou para observar corretamente através de um microscópio, mas outras vezes o problema é que eles sabem fazer as coisas, mas não entendem o que estão fazendo e, portanto, não conseguem explicá-las em novas situações. Esse é um déficit muito comum. Mesmo quando os professores acreditam que seus alunos aprenderam algo – e de fato comprovam esse aprendizado por meio de uma avaliação –, o que foi aprendido se dilui ou se torna difuso rapidamente quando se trata de aplicar esse conhecimento a um problema ou situação nova, ou assim que se pede ao aluno uma explicação sobre o que ele está fazendo.

Desse modo, nossa inquietude e desafio diante dessa problemática, seria procurar entender porque os nossos alunos não aprendem e quais estratégias de ensino poderiam ser adotadas no intuito de que possam aprender. Isso requer tentar compreender dentro do processo ensino-aprendizagem, entre outros aspectos, quem é o aluno e quem é o professor e a importância do contexto para o ensino. Inicialmente, para tentarmos compreender quem é o aluno, precisamos saber que sem ele não há professor. Como Freire (1996, p. 12) afirma “Não há docência sem discência, as duas se explicam e seus sujeitos, apesar das diferenças que o conotam, não se reduzem à condição de objeto, um do outro.” Desse modo, o aluno é também sujeito no processo de aprendizagem. Ainda na visão de Freire (1983) *apud* Moraes (2011, p. 138), esse aluno deve ser um “[...] sujeito de práxis, [...], de ação e reflexão sobre o mundo, que não pode ser compreendido fora de suas relações dialéticas com o mundo.” Além disso, Moraes (2011) afirma que precisamos compreender também que, diante do paradigma atual

da escola, o foco da missão da escola é o aprendiz. Para Moraes (2011, p. 138), o aluno deve ser visto como

[...] um ser singular no seu capital genético e talvez único para sempre em toda a espécie humana. É singular em sua morfologia, em sua anatomia, em sua fisiologia, em seu temperamento, em seu comportamento e em suas inteligências. Todos esses aspectos são dimensões de uma individualidade viva, de um sistema aberto e que existe no mundo fenomênico. É um ser de qualidade, um ser de existência, que busca sua autonomia de ser e de existir. [...] Alguém que é sujeito e não objeto, que constrói o conhecimento na sua interação com o mundo, com os outros, que organiza a sua própria experiência e aprende de um jeito que é original e específico.

Por outro lado, como enfatiza Freire (1996), sempre considerando o respeito à autonomia do educando como princípio ético da existência humana, a função do professor que ensina é tão importante quanto a do aluno que aprende. Na verdade, temos que considerar que o professor também é um aprendiz, como diz Freire (1996, p. 12) “Quem ensina aprende ao ensinar [...]”, em consonância, Moraes (2011, p. 150), também defende que

Quem educa, também aprende, transforma-se no próprio ato de educação, na relação que se estabelece entre professor e aluno. O aprendiz, por sua vez, ao aprender, também educa, com base na uniduidade existente na relação educador-educando e educando-educador. Ao falar do educador, reconhecemos sua posição de educando e vice-versa.

Em se tratando do ensino, e em especial o professor de Ciências, é importante, entre outras coisas, refletirmos sobre as concepções em relação a essa disciplina. De acordo com alguns pontos elencados por Lederman (1992, 2007) *apud* Miranda e Freitas (2008, p. 81) é clara “[...] a relação entre as concepções dos professores sobre a Natureza da Ciência e o ensino e aprendizagem das ciências”. Segundo esse autor, “[...] a maioria das investigações relata que os professores de ciências possuem concepções positivistas (creem em uma Ciência neutra, objetiva, lógica, empírica, etc.)”. Porém preocupa que concepções inadequadas sobre a Ciência possam ser resultado inconsciente e não intencional. Como ainda afirma Lederman (1992, 2007) *apud* Miranda e Freitas (2008, p. 81),

[...] a ausência de reflexão prévia sobre a Natureza da Ciência faz com que os professores apresentem concepções imprecisas e por vezes incoerentes sobre como se produz o conhecimento científico; porém, essas concepções não podem ser consideradas como associadas a um modo consciente e a uma determinada orientação filosófica.

Se para os autores supracitados falta uma conscientização por parte dos professores sobre a Natureza da Ciência, a apropriação consciente dessas concepções fortaleceria sua capacidade de indignação e resistência frente ao modelo atual. Por isso, a reflexão consciente e racional é imprescindível à luta pela emancipação humana. De acordo com Guedes e

Depieri (2006, p. 318), “Num mundo onde a dominação é inevitável, a única possibilidade de emancipação advém da tentativa de elaboração do mal estar que permeia nossas vidas e da preservação do que resta do sujeito contra a violência imposta sobre ele diariamente”.

Por fim, considerando a contextualização para o ensino, proposta principal desse trabalho, de modo geral, pode-se afirmar que há um consenso sobre sua importância como bem afirma Moraes (2011, p. 177-178),

Há um consenso generalizado em todos os autores pesquisados de que a educação, para ser válida, necessita ser contextualizada e que a cultura, o contexto, os fatores histórico-culturais, além dos fatores biológicos e pessoais influenciam o desenvolvimento das capacidades humanas. Sem ter um contexto nada faz sentido. Para vários autores, a aprendizagem tende a ocorrer num contexto cultural particular, em vários especializados que variam da casa do indivíduo até escolas técnicas especializadas, ateliês, fábricas ou até mesmo debaixo de uma árvore.

Como também afirma Freire (1967, p. 39) “É fundamental, contudo, partirmos de que o homem ser de relações e não só de contatos, não apenas está no mundo, mas com o mundo.” Com isso, ele nos diz que não somente estamos no mundo mais também nos relacionamos com ele, precisamos do contexto para a construção do sujeito. Moraes (2011, p. 180) sustenta que precisamos de uma educação além da escola. Conforme defende,

A matriz educacional que se apresenta com base no novo paradigma é muito mais ampla em todos os sentidos, revela o início de um período de aprendizado sem fronteiras, limites de idade e pré-requisitos burocráticos, traduz uma nova abertura em relação à comunidade na qual a escola está inserida.

De acordo com Ceolin, Chassot e Nogaro (2015, p. 19) precisamos de um ensino de ciências inovador, contextualizado e significativo no qual o aluno possa ter a oportunidade de interagir com outras culturas e com novas formas de percepção do universo ao seu redor. Dessa forma, um ensino contextualizado requer práticas interdisciplinares.

1.1 A INTERDISCIPLINARIDADE NO ENSINO MÉDIO

Para Morin (2017, p 105) “A disciplina é uma categoria organizadora dentro do conhecimento científico; ela institui a divisão e a especialização do trabalho e responde à diversidade das áreas que as ciências abrangem”. Segundo Morin, Almeida e Carvalho (2007) (2007 p. 39) “A organização disciplinar instituiu-se no Século XIX, principalmente com a formação das universidades modernas e desenvolveu-se no Século XX com o progresso da pesquisa científica.” Como afirmam Tomasevicius Filho, Cruz e Tomasevicius (2017, p. 165), “A partir do século XIX, as grandes inovações tecnológicas exigiram avanços dos

especialistas [...] para atender, entre outras, as novas demandas da construção de estradas, edifícios e armamentos etc.”

Para Japiassu (2006, p. 21) com o fenômeno da “hiperespecialização” ocorrido no interior das Ciências, emerge “[...] a multiplicação indefinida de disciplinas e subdisciplinas cada vez mais focadas em reduzidos objetos de estudo [...]. As disciplinas se tornam fechadas e estanques, fontes de ciúme, glória, arrogância, poder e atitudes dogmáticas.” Tal perda da visão de “totalidade” científica, seria, em última análise, responsável por uma dissociação prejudicial entre as relações de dependência e complementaridade que perpassam os saberes cientificamente construídos, o que no entendimento de Morin (2005, p. 72-73, grifo nosso)

[...] a hiperespecialização contribui fortemente para a perda da visão ou concepção de conjunto, pois os espíritos fechados em suas disciplinas não podem captar os vínculos de solidariedade que unem os conhecimentos. Um pensamento cego ao **global** não pode captar aquilo que une elementos separados.

Logicamente, tais críticas não se propõem a advogar o fim das especialidades ou a dissolução de suas especificidades epistemológicas e históricas em uma espécie de “supradisciplina” única. Trata-se, sim, de sugerir um processo necessário de revisão das bases conceituais, teóricas e pragmáticas sobre as quais foi erigido o *metier* científico como contemporaneamente apresenta-se a nós.

O oposto dessa prática disciplinar “estreita”, reducionista e simplificadora, seria a abordagem interdisciplinar, a qual vem ganhando forma e visibilidade no meio acadêmico já há algum tempo. Segundo o “modelo” interdisciplinar, faz-se necessário repensar os alicerces do edifício científico, reestruturando os princípios e as formas pelos quais o conhecimento é ainda organizado no padrão da “hiperespecialização científica”. A esse respeito, para Morin (2017), p. 25), a visão interdisciplinar procura esclarecer “[...] as relações e inter-retro-ações entre cada fenômeno e seu contexto, as relações de reciprocidade todo/partes: como uma modificação local repercute sobre o todo e como uma modificação do todo repercute sobre as partes”. Trata-se, assim, de uma proposta de ciência que visa não apenas abrir as fronteiras que atualmente separam as especialidades acadêmicas, mas redimensionar completamente os pressupostos que dão operacionalidade ao saber científico.

A superação dos problemas de ensino aprendizagem no Ensino médio relacionados a essa fragmentação não é uma tarefa fácil. Para Bonatto *et al.* (1999, p. 6) a prática interdisciplinar

[...] acontece naturalmente se houver sensibilidade para o contexto, mas sua prática e sistematização demandam trabalho didático de um ou mais professores. Por falta de tempo, interesse ou preparo, o exercício docente na maioria das vezes

ignora a intervenção de outras disciplinas na realidade ou fato que está trabalhando com os alunos.

No entanto, não é uma proposta fadada ao fracasso. Mesmo considerando as limitações, há um conjunto de possibilidades que podem ser vislumbradas pelo professor. Nesse diapasão, Brasil (1999, p. 21), asseveram que “Na perspectiva escolar, a interdisciplinaridade não tem a pretensão de criar novas disciplinas ou saberes, mas de utilizar os conhecimentos de várias para resolver um problema concreto ou compreender um determinado fenômeno sob diferentes pontos de vista.”

Para Tomasevicius Filho, Cruz e Tomasevicius (2017, p. 164) “Interdisciplinaridade é a combinação entre duas ou mais disciplinas com vista à compreensão de um objeto a partir da confluência de pontos de vistas diferentes.” Segundo Brasil (2000, p. 75) “A interdisciplinaridade deve ir além da mera justaposição de disciplinas [...]” perpassando por ação coletiva dos professores.

Outro aspecto a ser ressaltado é o que Carlos (2007, p. 33) denuncia como “modismo” do discurso em torno da interdisciplinaridade. Para este autor,

O modismo decorrente da rápida e superficial assimilação da interdisciplinaridade no sistema educacional brasileiro ainda perdura até hoje. Podemos até afirmar que se tornou um jargão no meio educacional, pois a interdisciplinaridade aparece com muita frequência no discurso de professores, em projetos pedagógicos e planos de curso. Entretanto, a prática da interdisciplinaridade amiúde resulta em conquistas aquém das expectativas e, além disso, a execução, controle e avaliação das iniciativas interdisciplinares apresentam dificuldades que desafiam e, muitas vezes, desanimam os professores.

A esse respeito, não é raro nos depararmos em nossas escolas, com perspectivas “interdisciplinares” que, além de não corresponderem às expectativas em relação ao que foi inicialmente proposto nos projetos e planejamentos, conforme salientou o autor acima, não estão devidamente embasadas e apoiadas em uma compreensão mais ampla do que seja a proposta pedagógica de viés interdisciplinar.

Com vistas a superar essa visão limitada de interdisciplinaridade, pensamos ser adequado adotar a compreensão de Fazenda (1994, p. 84-85), para quem

[...] a parceria, [...] pode constituir-se em fundamento de uma proposta interdisciplinar, se considerarmos que nenhuma forma de conhecimento é em si mesma racional. A parceria consiste numa tentativa de incitar o diálogo com outras formas de conhecimento a que não estamos habituados, e nessa tentativa, a possibilidade de interpenetração delas. [...] A parceria, pois, como fundamento da interdisciplinaridade surge quase como condição de sobrevivência do conhecimento educacional.

Consoante essa perspectiva, o diálogo entre as disciplinas e os sabres é uma pré-condição para a construção do conhecimento no Ensino médio, visto que sem essa parceria, os conhecimentos esgotam-se em suas visões limitadas e autocentradas, perdendo toda a dimensão holística do ato de conhecer.

1.2 LIVRO DIDÁTICO COMO O PRINCIPAL RECURSO DE ENSINO

Ao tratarmos da aprendizagem dos nossos alunos, não podemos deixar de considerar também o papel do livro didático. Desde 1996 os livros didáticos, dentro do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD), são distribuídos em escolas públicas após análise do Ministério da Educação e escolha pelos professores das escolas.

O livro didático hoje é um material presente nas escolas e, muitas vezes, como expressa Fonseca e Bobrowski (2015, p. 498), “costuma ser o principal, quando não o único material de apoio ao professor, representando fonte quase exclusiva de informação também aos estudantes”. Para Silva (2012, p. 806), o livro didático enseja contornos relevantes no processo de ensino-aprendizagem e torna-se um dos grandes responsáveis pela construção de um conhecimento histórico. Segundo Sá e Santin Filho (2009, p. 159),

[...] há uma necessidade de que o livro didático apresente uma proposta de trabalho que permita o desenvolvimento do raciocínio, da participação efetiva do aluno no seu aprendizado, que estimule a tomada de decisões, que tenha preocupação em resgatar os conceitos prévios, valorizando-os, que tenha articulação entre os assuntos abordados, que seja de leitura agradável e que tenha boa abordagem conceitual, enfim, que se torne um instrumento de ensino dinâmico e instigante.

Outro aspecto relacionado ao uso do livro didático diz respeito a sua padronização. Como afirma Melo (2016), essa padronização atende a proposta de economizar gastos mas por outro lado tem um custo pedagógico considerando a vasta dimensão do território brasileiro e sua diversidade sociocultural. Já Bonazzi e Eco (1980, p. 78) consideram que os livros didáticos “[...] tem por meta produzir cidadãos passivos, capazes de obedecer e não de discutir as leis e os homens que foram eleitos para administrá-lo, totalmente ignorantes a respeito de seus mais elementares direitos”.

Diante disso, o papel do livro didático e as limitações que ele possa apresentar deve ser objeto de análise do professor que realmente queira melhorar a sua prática docente. No entanto, muitos educadores consideram que o livro didático adotado em sala de aula dificulta a adoção de estratégias de ensino que possibilitem a aprendizagem do educando a

torná-lo capaz de compreender a realidade na qual está inserido. Isso é evidente no destaque de Bizzo (2009, p. 83). Para o autor,

O livro didático tem sido apontado como grande vilão do ensino no Brasil. Diante dos grandes problemas educacionais, dos Parâmetros Curriculares Nacionais e do baixo desempenho dos alunos em testes padronizados, muitos educadores apontam o livro didático como o grande obstáculo a impedir mudanças significativas nas salas de aula. Alguns chegam a afirmar que ele deve ser simplesmente retirado do alcance do professor para que as mudanças possam de fato ocorrer. Estamos diante de um evidente exagero.

Ainda segundo Bizzo (2009), existem quatro pontos importantes a serem considerados em relação a um livro didático: se o conteúdo conceitual está correto, se a proposta metodológica é estimulante, se há informações quanto aos cuidados com a saúde e integridade corporal e a abordagem das questões sociais sem favorecimentos, preconceitos e estereótipos.

Os livros didáticos de Biologia para o Ensino médio, em sua maioria, parecem se enquadrar nas exigências supracitadas. Porém, outra discussão seria a questão da contextualização propostas nesses livros. De imediato, podemos ver que muitos dos livros de Biologia adotados em nossas escolas trazem situações problemáticas e textos complementares. No entanto, permanece a necessidade de cada professor, de acordo com a sua realidade local, produzir materiais auxiliares que possam fazer do conteúdo conceitual proposto nos livros didáticos, assuntos mais próximo do cotidiano do aluno.

Isso porque os conteúdos propostos nesses livros são colocados, muitas vezes, de forma generalizada, o que poderia dificultar a aprendizagem significativa por falta de uma interação entre o sujeito e o ambiente. Podemos ilustrar uma situação na qual o professor ao mencionar os fósseis como evidência evolutiva, limita-se a mostrar apenas as imagens do livro didático que, muitas vezes, são de outros países. Se ao trabalhar esse assunto o professor dispõe de imagens de fósseis da própria região ou país, quando possível, o aluno teria uma oportunidade melhor interação. Com isso, vemos que muitos livros não oferecem oportunidade do aluno conhecer, estudar e compreender o ambiente local como declara Bizzo (2009, p. 84),

Cabe ao professor selecionar o melhor material disponível diante de sua própria realidade. Sua utilização deve ser feita de maneira que possa constituir um apoio efetivo, oferecendo informações corretas, apresentadas de forma adequadas à realidade de seus alunos.

Ainda tomando como exemplo o ensino de Evolução, um elemento importante na compreensão e sustentabilidade da teoria é o fator tempo geológico. Se o aluno tem a

oportunidade de estudar a formação sedimentar de determinada região da sua proximidade será bem provável entender melhor a evolução.

1.3 CONTEXTUALIZAÇÃO PARA MELHOR COMPREENSÃO DA REALIDADE LOCAL

Na transposição didática é necessário discutir como o professor apresentará o conteúdo conceitual desses livros de maneira mais próxima da realidade do aluno. Entende-se por realidade, não somente o cotidiano desse aluno, mas também todo ambiente social e cultural, no qual esteja inserido numa relação de objeto e sujeito de maneira contextualizada de acordo com os PCNEM (BRASIL, 2000, p. 78),

O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizem o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isso áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas.

Podemos entender nas palavras de Wartha, Silva e Bejarano (2013, p. 86) que a aprendizagem contextualizada perpassa pelo enraizamento de significado proposto por um texto mediado por um ambiente no qual o sujeito se insere. Segundo esses autores,

Contextuar, portanto, seria uma estratégia fundamental para a construção de significações na medida em que incorpora relações tacitamente percebidas. O enraizamento na construção dos significados constitui-se por meio do aproveitamento e da incorporação de relações vivenciadas e valorizadas no contexto em que se originam na trama de relações em que a realidade é tecida, em outras palavras, trata-se de uma contextualização.

Morin (2000, p. 36) também aponta para a necessidade de conexão entre o ensino e o contexto como forma de dar sentido à aprendizagem. Para ele a falta de interação entre aluno e o ambiente compromete porque constitui informações fragmentadas. Ele afirma que

O conhecimento das informações ou dos dados isolados é insuficiente. É preciso situar as informações e os dados em seu contexto para que adquiram sentido. Para ter sentido, a palavra necessita do texto, que é o próprio contexto, e o texto necessita do contexto no qual se enuncia.

Ainda Morin (2017, p. 15) fala do desafio da percepção do global visto que os problemas essenciais são fragmentados em parcelas o que impede a visão da complexidade do todo. Ele defende que um conhecimento apropriado deve contextualizar e englobar quando afirma que

[...] o conhecimento pertinente é o que é capaz de situar qualquer informação em seu contexto e, se possível, no conjunto em que está inscrita. Podemos dizer até que o conhecimento progride não tanto por sofisticação, formalização e abstração, mas, principalmente, pela capacidade de contextualizar e englobar.

Para Freire (1983, p. 52), qualquer iniciativa à compreensão de como se dá o conhecimento humano requer compreendê-lo como um ser dinâmico, inacabado e fruto de um processo histórico. Para esse autor

[...] a história é feita pelos homens, ao mesmo tempo em que nela se vão fazendo também. E, se o que-fazer educativo, como qualquer outro que-fazer dos homens, não pode dar-se a não ser “dentro” do mundo humano, que é histórico-cultural, as relações homens-mundo devem constituir o ponto de partida de nossas reflexões sobre aquele que-fazer. [...] O homem é homem e o mundo é histórico-cultural na medida em que ambos inacabados se encontram numa relação permanente, à qual o homem, transformando o mundo, sofre os efeitos de sua própria transformação.

De acordo com Sudério, Santos e Silva (2014, p. 99), “A contextualização é um meio pelo qual se busca um novo sentido ao conhecimento escolar, permitindo uma aprendizagem significativa.” Existem alguns assuntos da Biologia com maior proximidade do cotidiano o que facilita uma aprendizagem significativa, como por exemplo os problemas ambientais tratados em Ecologia. Por outro lado, temas como a origem da vida e evolução podem apresentar maior grau de dificuldade considerando que são menos perceptíveis no nosso dia a dia. Nesse sentido, há um cuidado especial uma vez que, a evolução é o eixo orientador no ensino da Biologia, como pode ser constatado nas Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006, p. 22):

Um tema de importância central no ensino de Biologia é a origem e evolução da vida. Conceitos relativos a esse assunto são tão importantes que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas.

Tomando em particular o ensino sobre Evolução proposto para o último ano do Ensino médio e levando-se em consideração a necessidade de contextualização do ensino, podemos enfatizar que o estudo das evidências evolutivas por meio do estudo dos fósseis é uma ferramenta importante para o entendimento do processo evolutivo.

Nesse contexto, a região conhecida como Geopark Araripe que fica no Sul do Estado do Ceará oferece uma gama de espaços de grande valor para o estudo não somente da paleontologia, mas da Evolução e Ecologia, por exemplo. Mesmo considerando que o Parque seja bem visitado para atividades de lazer e até mesmo para algumas aulas de campo, é importante também verificarmos as possibilidades de estratégias que possam ser usadas na

contextualização do ensino de Biologia em conexão com os conteúdos previstos nos livros didáticos para o Ensino médio.

1.4 A AULA DE CAMPO ENQUANTO INSTRUMENTO DE FACILITAÇÃO DO PROCESSO ENSINO-APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS DA NATUREZA

De um modo geral, os processos de transposição didática dos conhecimentos historicamente construídos na universidade são bastante complexos. Adequar os conceitos e categorias científicas à linguagem dos alunos e, sobretudo propiciar uma aprendizagem eficaz de tais conceitos, ainda constitui um grande desafio para os professores de todos os ramos do conhecimento, na atualidade. Chevallard (1998, p. 45), a respeito deste processo, define que

[...] um conteúdo do conhecimento, tendo sido designado como saber a ensinar, sofre então um conjunto de transformações adaptativas que vão torná-lo apto a tomar lugar entre os objetos de ensino. O trabalho que, de um objeto de saber a ensinar faz um objeto de ensino, é chamado transposição didática.

No campo das ciências da natureza, perpassado por um elevado grau de abstração, essas dificuldades inerentes ao fazer pedagógico parecem ganhar um relevo especial. Trabalhar conceitos altamente abstratos apenas por meio dos livros didáticos e outros materiais impressos, sem o auxílio de recursos didáticos e de ferramentas auxiliares, não é uma tarefa muito viável. Por essa razão, o recurso a diferentes meios de aproximação dos alunos com os conceitos, torna-se fundamental enquanto parte das estratégias de eficiência do ensino. Pronunciando-se a esse respeito e frisando a aula de campo enquanto um dos meios didáticos privilegiados, Viveiro e Diniz, (2009, p. 1) ponderam com assertividade que

As atividades de campo constituem importante estratégia para o ensino de Ciências, uma vez que permitem explorar uma grande diversidade de conteúdos, motivam os estudantes, possibilitam o contato direto com o ambiente e a melhor compreensão dos fenômenos.

Do mesmo modo, Nicola e Paniz (2017, p. 374) consideram as aulas de campo um recurso significativo no sentido da relação teoria e prática. Segundo esses autores,

Saídas de campo, excursões, sempre são solicitadas pelos alunos e recursos interessantes de serem trabalhados, pois por se realizarem em ambientes naturais, despertam maior interesse, tornando-os mais críticos e proporcionam uma aprendizagem significativa ao se tratar de teoria e prática.

Em relação ao ensino de Biologia no Ensino médio, sobre a valorização das aulas de campo como atividades práticas, Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 144) ressaltam bem a valorização que os professores atribuem à essas atividades quando defendem que “[...] o

envolvimento físico com o objeto de conhecimento parece trazer um ganho a mais se comparado com as constantes leituras e memorizações que marcam as aulas de Biologia na escola.” Sendo assim, muitas são as vantagens advindas da aula de campo como recurso didático particular na facilitação da vivência de aprendizagens significativas e efetivas.

Para Seniciato e Cavassan (2004, p. 134) “[...] as aulas de campo são um instrumento eficiente para o estabelecimento de uma nova perspectiva na relação entre o homem e a natureza [...]”. Para esses autores “[...] se o aluno aprender sobre a dinâmica dos ecossistemas, ele estará mais apto a decidir sobre os problemas ambientais e sociais de sua realidade quando for solicitado.” O fato de vivermos em uma sociedade altamente complexificada, requer dos sujeitos a possibilidade de mobilizar conhecimentos no sentido de ser capaz de realizar uma “leitura” crítica do mundo e de posicionar-se frente aos desafios que lhe são impostos. Certamente as aulas de campo, se bem planejadas e devidamente conectadas ao programa de ensino, ensejam positivamente essas questões imperativas aos nossos dias.

Sobre um levantamento de publicações a respeito de saída de campo, Zanini e Porto (2005), o tema Educação Ambiental foi o mais utilizado para as saídas de campo. Sobre a abordagem das questões ambientais nas saídas de campo, Zanini e Porto (2005, p. 3) destacam a oportunidade de atividades interdisciplinares. Segundo esses autores,

A Educação Ambiental não é um assunto disciplinar da educação básica, mas segundo a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795 de 1999) deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada, contínua, permanente e interdisciplinar da educação formal e não-formal. Além disso, a interdisciplinaridade é recomendada pelos PCN para o Ensino Médio, enquanto para o Ensino Fundamental, deva ocorrer de maneira transversal.

Para Cavalcante (2002) *apud* Lima e Assis (2005, p. 111), as aulas de campo fornecem uma excelente maneira de trabalhar os conteúdos numa perspectiva sócio-construtivista¹, pois “[...] o espaço geográfico de vivência ou de conhecimento dos alunos, oferece um leque de alternativas, tanto no meio urbano como no meio rural.” Entretanto,

¹ Conforme Jonnaert (2012), a perspectiva sócio-construtivista é uma abordagem da psicologia contemporânea, mais especificamente da psicologia da aprendizagem, iniciada com a obra de Lev Vygotsky e desenvolvida por Jean Piaget. Ela tem recebido denominações variadas, como “socioculturalismo” ou “construtivismo social”. Segundo essa concepção as crianças deveriam desenvolver um conhecimento do mundo para elas próprias. Este pensamento entra em contraste com o behaviorismo, em que o desenvolvimento nasce através de formas específicas de aprendizado, onde as pessoas, teoricamente, são vistas como passivas e receptoras de influências naturais do ambiente onde vivem, as quais ajudam a transformar seu comportamento e o seu saber. A teoria de Piaget interpreta que as pessoas aprendem de forma ativa, participando ativamente de seu aprendizado, e não de forma passiva como diz a teoria do construcionismo. O socioconstrutivismo é, portanto, mais amplo que o construcionismo, incorporando o papel de outros fatores, inclusive da cultura, no desenvolvimento. Neste sentido, ele também pode ser comparado à teoria do aprendizado social, enfatizando a interação através da observação.

como todas as demais metodologias, a aula de campo por si só, não poderá desenvolver todas essas promissoras vantagens, caso não seja ancorada em uma prática pedagógica reflexiva e permeada pela avaliação dos resultados visando ao redimensionamento das ações educativas. A aula de campo somente atenderá aos seus propósitos de facilitar e otimizar a construção dinâmica do conhecimento, quando estreitamente vinculada aos objetivos de aprendizagem previamente estabelecidos por professor(a) e aluno(a)s. Deve-se sempre ter cautela para não correr o risco, sempre possível, de consagrar os métodos como intrinsecamente efetivos, desconsiderando o imprescindível trabalho analítico e crítico dos sujeitos por trás dessas práticas metodológicas.

Deve-se, por fim, ressaltar, a incipiência de estudos sobre o papel das aulas de campo na literatura especializada, fato que limita o embasamento teórico e as práticas pedagógicas. Zanini e Porto (2005, p. 2-3) comentam que em levantamento por eles realizado, nos

“[...] anais do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), do Encontro Nacional de Ensino de Biologia (ENE BIO) e do Encontro Regional de Ensino de Biologia (ERE BIO-Regional 2) entre os anos de 1997 e 2012 [...] O levantamento feito nos anais encontrou um total de 6.251 publicações das quais apenas 29 tratavam de saídas de campo, ou seja, apenas 0,46% do total de publicações. Dessas apenas 16 eram relatos de experiência de saídas de campo realizadas por professores de Ciências e Biologia da Educação Básica.”

Esse baixo percentual decerto reflete, infelizmente, o lugar ainda tímido que as metodologias de campo ocupam no conjunto das práticas pedagógicas brasileiras e, ao mesmo tempo, apontam, de certo modo, para a possibilidade de prevalência de modelos de ensino-aprendizagem ainda muito relacionados às experiências tradicionais. Uma superação positiva desse quadro requer a ação em diversas frentes e pressupõe, inclusive, políticas públicas específicas direcionadas a fomentar a prática nas escolas. Entretanto, o professor minimamente formado e informado, pode, em sua prática conjunta com seus pares, lançar mão do instrumento das aulas de campo a fim de operacionalizar de maneira satisfatória e produtiva o processo de transposição didática no ensino de Ciências da natureza.

Diante do exposto, consideramos importante a abordagem de um ensino de Ciências, em especial o de Biologia, dentro de uma proposta metodológica de ensino que possa valorizar e aproximar o aluno da sua realidade local de forma contextualizada e interdisciplinar. Que instigue nos educandos o desejo de serem sujeitos críticos e participantes no mundo em que vivem.

1.5 O USO DE CARTILHAS COMO MATERIAL DIDÁTICO

No Brasil, a utilização de cartilhas para fins didáticos remonta ao período da catequese portuguesa na colônia. Tais materiais informativos serviram inicialmente aos missionários como instrumento de propagação da fé católica nas terras recém-conquistadas (MOISÉS, 2012). Outro propósito destes compêndios foi a realização dos processos de alfabetização, muitas vezes de caráter massivo, por meio dos quais estes materiais didáticos foram incorporados às práticas escolares e são comumente tomados como subsídio pedagógico até os dias de hoje (SCHLICKMANN, 2001).

Como todos os processos humanos, mesmo aqueles perpassados por procedimentos científicos, são assinalados por questões de natureza cultural e ideológica, não se podendo evocar neles qualquer pretensão de “neutralidade” absoluta, assim também, a elaboração de materiais pedagógicos capazes de realizar satisfatoriamente o complexo processo de transposição didática é uma tarefa tanto necessária quanto permeada por dificuldades próprias. Há sempre o risco que, ao prescindir-se de lançar mão de uma abordagem crítica dos conteúdos, centrando a produção das cartilhas em um viés excessivamente “técnico”, acabe-se por reproduzir a ideologia de uma educação para a sustentabilidade pautada nos interesses e visões das sociedades abastadas, (LEFF, 2002).

Vivemos um momento histórico particularmente evidenciado por uma patente “crise ambiental” já fartamente denunciada por diversos estudiosos. Entretanto, neste cenário preocupante, ainda são levantados vários discursos os quais procuram diminuir a gravidade da questão, de forma a disseminar desinformação junto à sociedade e desarticular o trabalho de conscientização ambiental realizado pelas universidades, escolas e outras instituições. Diante dessa realidade desafiadora, o trabalho de elaboração uma cartilha educativa emerge como um recurso de extrema valia, posto que dá uma fundamental contribuição no processo de tomada de consciência acerca das questões ambientais, por parte da população. Ao coadunar com esta concepção, Guimarães (2004, p. 25) comenta que

A Educação Ambiental Crítica objetiva promover ambientes educativos de mobilização desses processos de intervenção sobre a realidade e seus problemas socioambientais, para que possamos nestes ambientes superar as armadilhas paradigmáticas e propiciar um processo educativo, em que nesse exercício, estejamos, educandos e educadores, nos formando e contribuindo, pelo exercício de uma cidadania ativa, na transformação da grave crise socioambiental que vivenciamos todos.

Assim, não obstante a complexidade inerente à sua produção são muitas as vantagens que a elaboração que uma cartilhas educativa oferece ao processo de ensino-

aprendizagem e à transformação social, uma vez que, como referenciais didáticos elementares, propiciam, dentre outras possibilidades: o contato direto dos alunos com os conteúdos sistematizados de uma forma mais lúdica, a promoção de um processo de simplificação e síntese de informações extremamente úteis à construção do conhecimento, além de constituir um incentivo à pesquisa e aos procedimentos próprios da iniciação científica.

Além das virtudes acima enumeradas, atinentes à aprendizagem discente, a confecção de cartilhas inscreve-se no contexto que assinala para a urgente necessidade de a escola fomentar a educação ambiental e a consciência ecológica enquanto pilares de uma sociedade mais justa, igualitária e sustentável. Quanto a esse imperativo, Loureiro (2004), advoga que na concepção de educação ambiental transformadora, a educação escolar é considerada como um ambiente de mudança social, onde acontece a transformação ligada aos valores, à ação política democrática, às normas jurídicas ambientais e às relações econômicas. Por este prisma, a proposta da construção coletiva das cartilhas educativas tem como maior objetivo, a ação efetiva da escola no sentido de propiciar uma tomada de consciência ecológica tanto da comunidade escolar, quanto da sociedade em que está inserida a escola.

Nesse sentido, a produção de cartilhas proporciona aos professores uma oportunidade ímpar de realizar uma ação transformadora sobre a comunidade escolar da qual faz parte. Esta deixa de estar centrada na reprodução acrítica e passiva de informações desconectadas com a realidade circundante e torna-se um meio eficaz de alcançar a dimensão social e ética que se espera do processo de escolarização formal. Ao pronunciar-se a esse respeito, Lima, Júnior e Caro, (2011), ressaltam que a utilização de novas perspectivas metodológicas e meios didáticos inovadores ensejam uma maior conexão entre os alunos e os objetos do conhecimento; ou seja, evidencia-se uma relação mais construtiva e crítica entre os sujeitos cognoscentes e os fenômenos e processos naturais estudados. Tais processos passam a dar-se não apenas em função daquilo que já está validado pelo conhecimento científico sistematizado, mas também pelas próprias percepções, análises, saberes e hipóteses levantadas pelos estudantes.

Uma das grandes dificuldades para que a escola básica tenha eficácia em sua função conscientizada e transformadora da realidade socioambiental diz respeito à linguagem. Muitas vezes é difícil atingir os públicos mais diversificados social e culturalmente, valendo-se de um “jargão” fechado em expressões técnicas e em um vocabulário excessivamente especializado. Neste sentido, as cartilhas educativas, se elaboradas dentro dos padrões adequados, dotadas de linguagem apropriada que seja capaz de atingir o público a que se

destina, constitui uma excelente alternativa de material pedagógico. Ao aludir à centralidade assumida pela linguagem no processo de elaboração das cartilhas educativas, Malcher, Costa e Lopes (2013, p. 69) ressaltam a necessidade de “[...] adaptação da linguagem no processo de aproximação do conteúdo científico a diferentes públicos [...]”. Portanto, a utilização de cartilhas como material de informação, torna a temática atrativa e promove a integração do conhecimento científico, divulgando novos conhecimentos à comunidade em geral, sendo de suma importância para o desenvolvimento científico e social. Por outro lado, segundo o relato de Mendes e Oliveira (2017), infelizmente a literatura especializada acerca da importância das cartilhas na aprendizagem ainda é bastante escassa, o que, sem dúvida, constitui um limite a ser encarado pelos docentes que se propõem a desenvolver tal trabalho.

Finalmente, deve-se ressaltar que o trabalho de elaboração de uma cartilha educativa é uma oportunidade de ação interdisciplinar. Em sua produção poderão convergir conhecimentos, ferramentas e conceitos de diversas disciplinas, tais como Língua Portuguesa, Biologia, Geografia, História, Matemática, dentre outras. Porém, nunca é demais lembrar que por mais interessantes, inovadoras e promissoras que sejam quaisquer metodologias adotadas no processo de ensino-aprendizagem, estas por si só, não cumprirão sua tarefa de realizar uma educação efetivamente crítica, sem que haja uma profunda tomada de consciência do professor, no que diz respeito ao lugar do planejamento pedagógico, da reflexão e da avaliação nas práticas educativas.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver possibilidades de abordagens contextualizadas do ensino de Evolução e Ecologia usando os geossítios do Geopark Araripe e o Museu de paleontologia do Cariri como espaços de aprendizagem para a disciplina de Biologia do Ensino médio.

2.2 ESPECÍFICOS

- a) Fazer a análise de livros didáticos adotados na disciplina de Biologia do Ensino médio em escolas do município de Várzea Alegre -CE com a finalidade de investigar se há ou não uma abordagem dos conteúdos de Evolução e Ecologia levando-se em consideração o contexto regional;
- b) Selecionar alguns exemplares de fósseis que possam ser utilizados como materiais didáticos para o ensino de Evolução e Ecologia do Ensino médio;
- c) Avaliar, descrever e identificar algumas trilhas no Geopark Araripe com potenciais para aulas de campo, considerando a conexão com os conteúdos abordados nos livros didáticos de Biologia do Ensino médio;
- d) Produzir uma cartilha como material pedagógico complementar ao livro didático da disciplina de Biologia do Ensino médio.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa teve uma abordagem qualitativa com análise de conteúdo que, segundo Severino (2010, p. 121),

É uma metodologia de tratamento e análise de informações constantes de um documento, sob forma de discursos pronunciados em diferentes linguagens: escritos, orais, imagens, gestos. Um conjunto de técnicas de análises das comunicações. Trata-se de se compreender criticamente o sentido manifesto ou oculto das comunicações.

Godoy (1995, p. 21) afirma que a pesquisa documental oferece sempre uma ampla oportunidade de análise. Segundo ele “O exame de materiais de natureza diversa, que ainda não receberam um tratamento analítico, ou que podem ser reexaminados, buscando-se novas e/ou interpretações complementares, constitui o que estamos denominando pesquisa documental”. Segundo Lüdke e André (1986) *apud* Kapp, (2017, p. 4782), “[...] a análise documental se insere dentro da abordagem qualitativa e, como fonte natural de dados, permite desvelar aspectos novos de um tema ou problema, sendo possível complementar informações obtidas por outras técnicas.”

Como atividade inicial, foi feita uma análise do livro didático (Biologia, 3º ano: Ensino médio/Antônio Carlos Bandouk *et al.*; 3. ed.- São Paulo: Edições SM, 2016 - *Coleção Ser Protagonista*) adotado nas escolas de Ensino médio do município de Várzea Alegre – CE para o triênio 2018, 2019 e 2020, a fim de constatar a abordagem dos conteúdos em relação à realidade local, seu nível de aproximação ou distanciamento à essa realidade e quais conteúdos poderiam ser facilmente abordados considerando o contexto do Geopark. Do mesmo modo, as visitas aos geossítios foram feitas buscando-se fazer um levantamento das potencialidades que os locais oferecem para aulas de campo contemplando as temáticas Evolução e Ecologia abordadas no livro didático e trabalhadas em sala de aula pelo professor. Em relação ao produto educacional, exigência do programa do mestrado, optamos pela construção de uma cartilha como proposta de material complementar ao livro didático de Biologia (Apêndice A). A cartilha contém informações principais dos geossítios visitados, tais como a localização, fotos, mapas, valores que se destacam em cada geossítio e algumas situações observadas nas trilhas relacionadas aos conteúdos dentro da proposta de nossas temáticas. Ainda na cartilha temos informações sobre o Museu de Paleontologia de Santana do Cariri –CE com destaque para o fósseis que selecionamos em nossa pesquisa e no final atividade lúdica com caça-palavras e atividades voltadas à construção do conhecimento.

3.1 ANÁLISE DO LIVRO DIDÁTICO DE BIOLOGIA DO 3º ANO ADOTADO NAS ESCOLAS DO MUNICÍPIO DE VÁRZEA ALEGRE – CE TRIÊNIO 2018, 2019 E 2020

Com respeito à análise do livro didático, em particular o de Biologia, Peixe *et al.* (2017, p. 180), defende sua importância por considerá-la “[...] um instrumento que estuda a abordagem do conteúdo de forma a facilitar o entendimento dos conceitos biológicos, especificamente os de maior *déficit* de aprendizagem.” Batista *et al.* (2010) *apud* Peixe *et al.*, (2017, p. 180) descrevem

[...] a importância de estudos que analisem conceitos em livros didáticos de Biologia do ensino médio, os quais podem estar erroneamente colocados, desatualizados e sem contextualização com a realidade escolar dos discentes, gerando, portanto, um problema para o processo ensino-aprendizagem.

Para identificar as possibilidades de contextualização do ensino de Biologia, considerando como realidade local o Geopark do Cariri, a primeira atividade foi avaliar o livro didático (Biologia, 3º ano: Ensino médio/Antônio Carlos Bandouk *et al.*; 3. ed.- São Paulo: Edições SM, 2016 - *Coleção Ser Protagonista*) adotado nas escolas estaduais do município de Várzea Alegre – CE selecionado a partir do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) para o triênio 2018, 2019 e 2020. Embora o tema Evolução e Ecologia possam ser explorados ao longo dos três os anos do Ensino médio, escolhemos o volume 3 da coleção por tratar de forma mais específica essas temáticas.

Foram identificados os capítulos com os conteúdos de Evolução e Ecologia, visto que estes são facilmente relacionados ao contexto do museu e Geopark da Região do Cariri. Os capítulos selecionados foram avaliados para identificar situações (informações, imagens) que necessitam e possam ser relacionadas à realidade local. Como instrumento para análise dos livros didáticos foi usado um roteiro estruturado (Apêndice B).

Para análise dos dados, optamos pelo uso de valores em escalas numéricas conforme Tabela 1.

Tabela 1 – Valores em escala numérica para análise dos parâmetros do livro didático

Escala numérica para análise dos parâmetros do livro didático	
5	A obra atende plenamente ao quesito
4	A obra atende satisfatoriamente ao quesito
3	A obra atende parcialmente ao quesito
2	A obra atende de modo insuficiente ao quesito
1	A obra não atende ao quesito

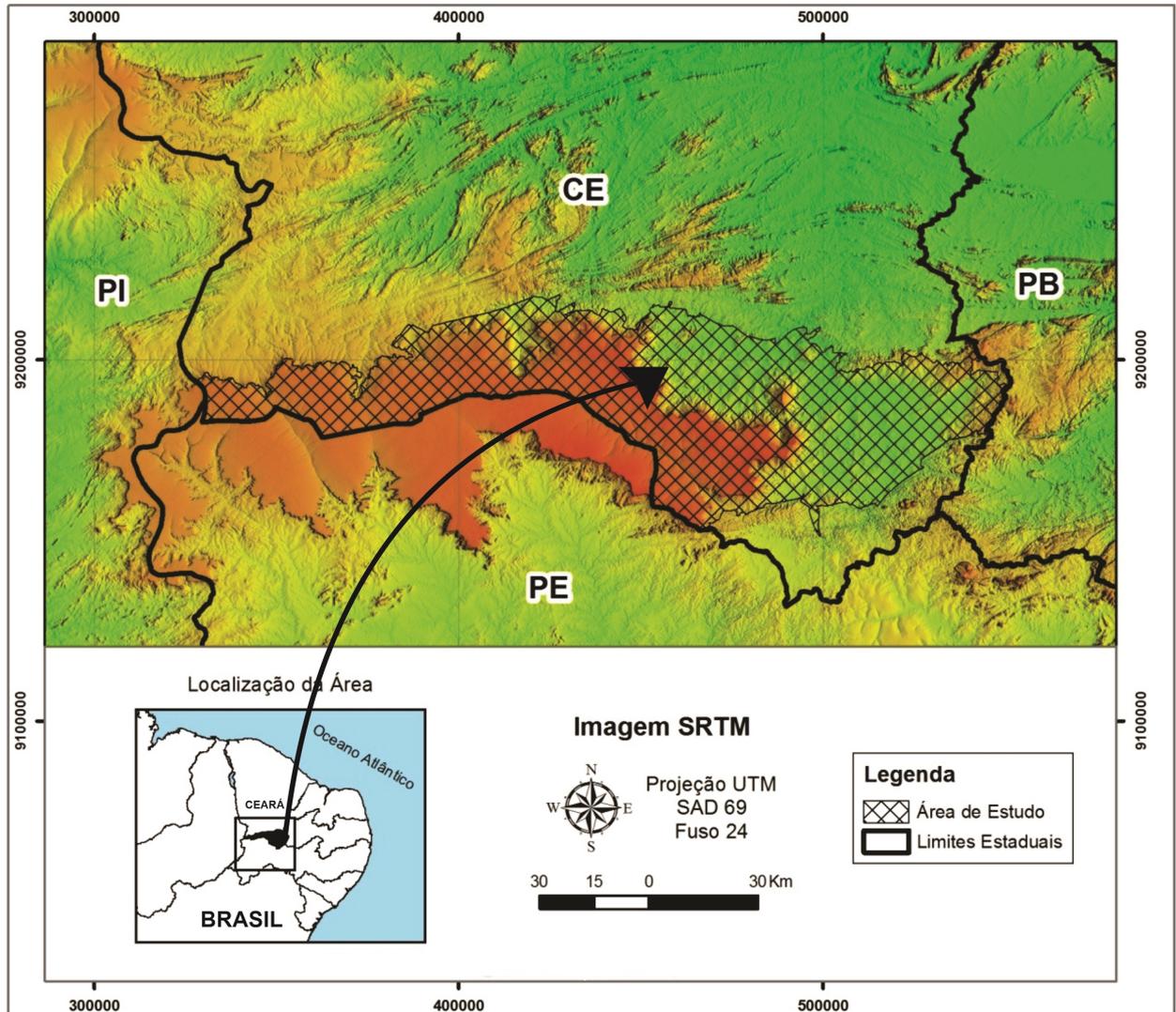
Fonte: Adaptada de Sá e Santin Filho (2009, p. 163).

3.2 LEVANTAMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE LOCAIS PARA AULAS DE CAMPO

O Geopark Araripe, “[...] insere-se na área da Bacia Sedimentar do Araripe, que se estende pelos estados do Ceará, Pernambuco e Piauí” (BOAS; BRILHA; LIMA, 2013, p. 159). Possui “[...] a maior área de exposição de rochas cretáceas [...]” (CARVALHO; FREITAS; NEUMANN, 2012, p. 510). Sua abrangência não se limita apenas à Chapada do Araripe, incorporando também o vale do Cariri. Com uma área de aproximadamente 9.000 km², é considerada “[...] a mais extensa das bacias interiores do Nordeste do Brasil” (ASSINE, 1992, p. 289). De acordo com Carvalho, Freitas e Neumann (2012, p. 510), “Seu embasamento é caracterizado por granitos, gnaisses, migmatitos, quartzitos e outras rochas de baixo grau metamórfico [...]”. Possui relevos típicos de bacias sedimentares como chapadas e depressões periféricas (BASTOS *et al.*, 2016, p. 2). Ainda segundo Bastos *et al.* (2016, p. 2), devido “[...] a sua dimensão e disposição com relação aos sistemas de circulação atmosférica, [...] apresenta setores úmidos, nas encostas orientais, e setores secos, nos sentido oposto. O estado do Ceará [...] se destaca por apresentar os setores com maior umidade.” Conforme Souza e Oliveira (2006, p. 94) “Os Latossolos que recobrem o topo da chapada são solos profundos e muito profundos com fertilidade natural baixa, revestidos por cerrados e cerradões”.

O Geopark Araripe (Figura 1) foi criado em 2006 pelo Governo do Estado do Ceará, tendo como parceria a Universidade Regional do Cariri-URCA. Faz parte da Rede Global de Geoparks protegidos pela UNESCO. Sendo o primeiro Geopark da América Latina, possui uma área de aproximadamente 3.441 km² e abrange as cidades de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (MOCHIUTTI *et al.*, 2012). É formado atualmente por nove geossítios ou geotopos que são “[...] sítios de grande interesse e significância arqueológico-paleontológico-geológico, abertos para visitaçã [...]” (BRITO; PERINOTTO, 2012, p. 44). Os geossítios, de acordo com Ceará (2019), são: Cachoeira de Missão Velha, Riacho do Meio, Batateira, Colina do Horto, Floresta Petrificada, Parque dos Pterossauros, Ponte de Pedra, Pontal de Santa Cruz e Pedra Cariri.

Figura 1 - Visão geral da localização do Geopark Araripe



Fonte: Adaptada de Bastos *et al.* (2016, p. 3).

O valor fossilífero desses geossítios é expressivo, com reconhecimento nacional e internacional pelo importante registro geológico do período Cretáceo², com particular destaque para o seu conteúdo paleontológico, que apresenta um excepcional estado de preservação e uma enorme diversidade biológica dos fósseis (CEARÁ, 2019).

Na região, existem representações de fósseis encontrados no Geopark e expostos no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri-CE e Sede do Geopark Araripe em Crato-CE. O Museu de Santana, de acordo com Cordeiro e Bastos (2014, p. 109), “[...] reúne mais de 7.000 peças fósseis, datadas de períodos geológicos, como o Jurássico e o Cretáceo, entre

² O período Cretáceo ocorreu entre 145 a 65 milhões de anos atrás no final era Mesozoica (SADAVA *et al.*, 2009).

145 e 100 milhões de anos atrás.” Desse modo, constitui um espaço não-formal³ de aprendizagem sobre a história evolutiva da vida na Terra. Como descreve Ceará (2019), o cenário do Geopark Araripe oferece um belo cenário para a observação da história da evolução da vida na Terra através de seus registros geológicos e paleontológicos. Contém ainda registros arqueológicos da vida dos primeiros seres humanos que habitaram a região chamados de índios Kariris⁴. De acordo com Brito (2016, p. 255), os índios

[...] Kariris viviam no Vale da Serra do Araripe no momento de encontro com os colonizadores, mas, devido ao processo de destruição de registros e aldeamentos desses para implantação de vilas, não se pode afirmar porquanto tempo esses povos habitaram o vale.”

Quando os povos lusitanos invadiram o local para implantação de vilas coloniais, vários aldeamentos dos nativos índios Kariris foram destruídos.

Foram identificados e definidos os locais para possíveis aulas de campo. Esses locais são pontos localizados nos geossítios do Geopark Araripe, comumente usados durante os passeios turísticos. Foram priorizados os locais mais conhecidos e que se encontram presentes nos municípios mais próximos do município de Várzea Alegre - CE com maior facilidade de acesso para que a distância e as condições de acesso não sejam fatores que possam inviabilizar as aulas de campo. Para tanto, foi feito contato com a Universidade Regional do Cariri (URCA) através da sede do Geopark Araripe que fica localizada no município de Crato - CE.

As visitas tiveram como finalidade a identificação e seleção dos locais que foram utilizados na produção da cartilha, uma proposta de material complementar ao livro didático e auxílio como orientação para planejamento em aulas de campo. Foram feitos registros fotográficos e o mapeamento dos pontos importantes para essas aulas. Após o mapeamento, foi feita uma descrição de cada local e elaborado um roteiro com observações e orientações que servirão como recurso didático a professores e alunos.

Foram percorridas três trilhas em três Geossítios sendo eles:

- 1) O geossítio Pontal de Santa Cruz que se encontra em Santana do Cariri-CE, município localizado a 560 km da capital Fortaleza (BRASIL, 2019);

³ De acordo com Marandino *et al.* (2008, p. 12), “[...] ao longo de sua existência, os museus foram assumindo cada vez mais (e de formas diferenciadas) seu papel educativo. Nesse aspecto, os museus vêm sendo caracterizados como locais que possuem uma forma própria de desenvolver sua dimensão educativa. Identificados como espaços de educação não-formal, essa caracterização busca diferenciá-los das experiências formais de educação, como aquelas desenvolvidas na escola, e das experiências informais, geralmente associadas ao âmbito da família.”

⁴ Segundo Souza e Morais (2013, p. 139) “A designação ‘Cariri’ vem do tupi-guarani e significa ‘silencioso’.”

- 2) Os geossítios Pedra Cariri e Ponte de Pedra ambos situados no município de Nova Olinda – CE, município que fica a 548 km da capital Fortaleza (Brasil, 2019).

3.3 VISITAS AO MUSEU DE PALEONTOLOGIA DE SANTANA DO CARIRI

Foram feitas visitas ao Museu de Paleontologia de Santana do Cariri-CE. A finalidade dessas visitas foi identificar exemplares de fósseis mais conhecidos que possam ser utilizados no ensino de Biologia com destaque para os conteúdos sobre Evolução e Ecologia.

Foram feitas pesquisas na literatura científica para descrição dos fósseis selecionados a partir das quais foi elaborada uma proposta de conteúdos relacionados ao ensino de Biologia voltada principalmente à parte que trata sobre a Evolução.

Registros fotográficos feitos durante a visitas foram utilizados na construção das imagens que compõem a cartilha. Após análise dos dados, foi elaborada uma proposta de textos e roteiros utilizados objetivando complementar o livro didático e auxiliar o/a docente na contextualização dos conteúdos.

Durantes as visitas foram considerados alguns elementos importantes a partir de um instrumental *Cheklis* (Apêndice C). Segundo Alberton (2014, p. 41) “O *checklist* se enquadra como um instrumento de pesquisa exequível para coleta de dados”. Esses dados foram importantes quanto ao aspecto qualitativo da pesquisa.

3.4 ELABORAÇÃO DA PROPOSTA DO MATERIAL DIDÁTICO COMPLEMENTAR AO LIVRO DIDÁTICO

De acordo com Krasilchik (2008, p. 184), de modo geral, e por algumas razões os professores limitam-se ao uso de material didático já pronto. Ela afirma, portanto que

[...] pelas suas difíceis condições de trabalho, os docentes preferem os livros que exigem menos esforço, e que reforçam uma metodologia autoritária e um ensino teórico [...]. 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 simplesmente um técnico.

No entanto, o professor que se dispõe a ser criativo e comprometido com a aprendizagem significativa dos seus alunos, poderá influenciar também, a prática de outros professores, como afirma Nicola e Paniz (2017, p. 360-361), ao defender que

Quando o professor decide utilizar um recurso diferente, dependendo do resultado obtido, ele poderá avaliar se o seu trabalho foi válido ou não. Diante de resultados positivos, ele poderá motivar e influenciar outros professores a também fazerem uso dos diversos recursos que podem contribuir com o aprendizado do aluno e o crescimento profissional do professor, possibilitando dessa forma maior interação professor-aluno e aluno-aluno.

Muitos são os recursos que podem auxiliar a prática de sala de aula do professor, dessa forma, a ideia foi elaborar uma cartilha como produto educacional que possa ser utilizado como material didático complementar. Sendo assim, os dados obtidos durante a pesquisa forma estruturados e discutidos em um formato que possa ser utilizado de forma prática. Todavia, levando-se em consideração (NICOLA; PANIZ, 2017), quaisquer que sejam os recursos utilizados pelo professor, o planejamento e a clareza são essenciais para a obtenção dos objetivos propostos. Por isso, a ideia de uma cartilha pedagógica não só complementa como recurso didático como contribui para uma didática que contempla o planejamento e os objetivos.

4 RESULTADOS

Após a análise dos conteúdos Evolução e Ecologia do livro didático (Biologia, 3º ano: Ensino médio/Antônio Carlos Bandouk *et al.*; 3. ed.- São Paulo: Edições SM, 2016 - *Coleção Ser Protagonista*) adotado nas escolas de Ensino médio do município de Várzea Alegre – CE para o triênio 2018, 2019 e 2020, constatou-se que o mesmo atende satisfatoriamente parte dos critérios estabelecidos (Tabela 2). No entanto, a apresentação dos conteúdos considera de forma predominante situações distantes da realidade dos estudantes.

Tabela 2 – Resultado da análise do livro didático
Critérios considerados para análise

Introdução do conteúdo relacionando-o à situações do cotidiano de modo que contribua para a reflexão, curiosidade, interesse e compreensão do assunto a ser abordado	4
Possibilita explorar as concepções alternativas dos alunos	4
As imagens permitem uso de contextualização	4
A abordagem do conteúdo permite exemplos de situações locais	3

Fonte: Próprio autor.

Considerando a abordagem, na abertura de cada capítulo acerca de situações do cotidiano, observou-se que a obra atende satisfatoriamente ao quesito. Porém, o nível de problematização ainda é pequeno uma vez que, os textos introdutórios são muito voltados para informações complementares.

Com relação ao critério de possibilidade à exploração de concepções alternativas, o livro atende satisfatoriamente ao quesito. Só não atende plenamente porque constatou-se que nem sempre ao introduzir um assunto os autores abrem espaço para que os alunos manifestem suas concepções. O exemplo que fundamenta essa observação é o que ocorre na unidade sobre Evolução, pois não há uma situação geradora na qual os alunos possam discutir a respeito do surgimento das espécies nem de expressarem seus conhecimentos sobre evolução. Desse modo, em situações assim, o aluno não é instigado a ter uma visão crítica da realidade na qual vive e é mantido na condição passiva sem a oportunidade de ver as informações contextualizadas com o ambiente ao seu redor, como observado por Megid Neto e Fracalanza (2003).

Quanto ao uso de imagem a obra atende satisfatoriamente ao quesito, embora a possibilidade de contextualização algumas vezes não aconteça. Um exemplo se encontra na abordagem do conteúdo Ecologia quando trata da relação ecológica protocooperação. Ao abordar o assunto, os autores colocam uma figura do Búfalo-d'água relacionando-se com o pica-bois-de-bico-vermelho que vivem no continente africano, quando, por exemplo, poderia ter colocado uma figura mais próxima do nosso cotidiano como um boi doméstico e uma

garça. Problemas assim “[...] poderiam ser minimizados caso os autores selecionassem ilustrações originais e representativas” (VASCONCELOS; SOUTO, 2003, p. 98).

Em relação ao critério “abordagem com permissão de exemplos com situações locais”, a obra atende parcialmente ao quesito, tanto no conteúdo Ecologia, quando trata do bioma Caatinga, quanto de Evolução, quando trata da paleontologia. Embora os autores citem a Formação Santana⁵ destacando-a como o mais rico depósito de fósseis do Brasil, a abordagem ocorre de forma superficial em texto complementar. Desse modo, configura-se a possibilidade desses assuntos serem explorados considerando o ambiente e a realidade no qual os nossos alunos estão inseridos.

Na Figura 2 a seguir, temos a imagem do fóssil do peixe *Brannerion latum*⁶ mostrada no livro de Biologia que analisamos. A imagem se encontra em texto complementar onde os autores falam sobre a Formação Santana destacando de forma sucinta o período, a formação geológica e a importância mundial do lugar como “[...] um dos mais ricos depósitos de vertebrados fósseis do Brasil” (BANDOUK, *et al.*, 2016, p. 135).

Figura 2 - Fóssil do peixe *Brannerion latum* exposto no Museu de Santana do Cariri-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

⁵ A Formação Santana, segundo Assine (1992, p. 296), é composta por “[...] uma seção de folhelhos papiráceos calcíferos, interestratificados com calcários micríticos laminados, formando extensos bancos com espessuras de até mais de duas dezenas de metros”. Para Kellner (2002, p. 124) “[...] a Formação Santana é a mais importante sob o ponto de vista paleontológico.”

⁶ Peixe do período Cretáceo que apresentava um tamanho de porte médio com cerca de 16 cm, tinha olhos grandes e presença de dentes trituradores. Foi ainda identificada na Bacia do Araripe outra espécie chamada *Brannerion vestitum*. No entanto, Forey & Maisey (2010) atribuíram esses dois morfotipos como *Brannerion sp.* A *Brannerion sp. B*, por falta de evidências mais consistentes (POLCK *et al.*, 2015).

Considerando a pertinência de alguns conteúdos mais relacionados ao nosso trabalho, selecionamos dentro da unidade que trata sobre Evolução os conteúdos: evidências evolutivas, os seres vivos ao longo das eras geológicas e especiação. Já na unidade que trata sobre Ecologia, abordaremos de forma específica: hábitat, nicho ecológico, ecossistemas, relações ecológicas, biomas e mudanças climáticas ao longo do tempo.

4.1 TRILHAS NOS GEOSSÍTIOS COMO POSSIBILIDADE PARA AULA DE CAMPO

4.1.1 Trilha no geossítio Ponte de Pedra

O geossítio **Ponte de Pedra** fica no sítio Olho D'água de Santa Bárbara, próximo à rodovia CE-292, cerca de 9 Km da sede do município de Nova Olinda- CE. O geossítio recebeu esse nome devido a uma escultura natural que lembra uma ponte esculpida em arenito da Formação Exu (Figura 3), formada durante o período Cretáceo. Foi usada pelos povos primitivos, os índios Kariris, como meio de travessia, pois a mesma serve de passagem sobre “[...] um curso d’água afluente do rio Cariús.” (CORDEIRO; MACEDO; BASTOS, 2015, p. 157). Bem próximo a Ponte de Pedra é possível encontrar também uma barreira composta por um tipo de argila usada por esses índios como um dos componentes na fabricação de tinta usada em pinturas rupestres.

No percurso da trilha, observou-se uma vegetação um pouco mais densa da que predomina na região, comprovando a descrição de Mochiutti *et al.* (2012). O aspecto arbóreo, com maior densidade de indivíduos com predominância de espécies lenhosas e presença de folhas largas, aponta para um padrão fisionômico de Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa (Cerradão) conforme especificações de Moro *et al.* (2015) e Silva Neto (2013). Observando a vegetação durante o percurso, é possível ver que as folhas de algumas espécies foram danificadas pela ação de herbívoros. Constatou-se a presença de briófitas, pteridófitas, angiospermas, fungos, líquens e epífitas, que são comuns nesse tipo ecossistema.

O geossítio Ponte de Pedra agrega outros valores além do científico, tais como didáticos, estéticos, culturais (MOCHIUTTI *et al.*, 2012) e ainda “Estratigráfico e sedimentológico” (BOAS, 2012, p. 35). Essa heterogeneidade do ambiente oferece ao professor a oportunidade de abordar diferentes conteúdos da Biologia de forma interdisciplinar explorando desde a percepção sensorial do ambiente, até questões como a falta de fiscalização, segurança local e o potencial de ecoturismo na região.

Figura 3 - Vista panorâmica do geossítio Ponte de Pedra, Nova Olinda –CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.1.2 Trilha no geossítio Pontal de Santa Cruz em Santana do Cariri - CE

O geossítio **Pontal de Santa Cruz** fica em Santana do Cariri - CE a 4 km da sede do município. O trajeto da cidade até o local é através de uma estrada carroçável que dá chegada a um pequeno povoado conhecido como Vila do Pontal. Nessa localidade encontra-se o início da trilha que dá acesso ao topo do geossítio (Figura 4). Para chegar ao topo da escarpa por meio dessa trilha é preciso fazer um percurso de 300 m de subida. O trecho poderá apresentar algumas dificuldades por conta da altitude que é de aproximadamente 800 m (CEARÁ, 2019). No entanto, essas dificuldades de modo algum inviabilizam a aula de campo no local. O trecho apresenta degraus, correntes de segurança e em alguns pontos argolas de apoio.

Figura 4 - Início da trilha do geossítio Pontal de Santa Cruz



Fonte: Elaborado pelo autor.

Do topo do geossítio é possível observar partes consideráveis da Chapada, da Bacia do Araripe e depressão sertaneja cuja vegetação composta por caatinga arbórea associada com a mata seca se encontra bastante afetada pelo desmatamento. É possível constatar a presença de uma vegetação de Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (cerradão) no topo da Chapada e de mata úmida nas encostas.

O Pontal de Santa Cruz recebe muitos visitantes, pois além da vista exuberante, conta ainda com uma boa infraestrutura contendo estacionamento, restaurante, sanitários e um pátio de recreação infantil. As refeições no restaurante do pontal devem ser reservadas antecipadamente. O acesso por meio de veículo automotor é feito através de uma estrada que passa pelo povoado local (Vila Pontal de Santa Cruz) e contorna a chapada subindo a chapada.

Quanto ao aspecto cultural o ambiente ressalta bem a cultura do imaginário popular. Lendas e histórias são mostradas em painéis erigidos em Pedras Cariri com trechos extraídos de cordéis. As histórias falam de “fantasmas” que assombravam o lugar, justificando assim, segundo os populares, a construção de uma capela e de uma cruz a qual dá nome ao geossítio.

Em relação a composição rochosa desse local, de acordo com Mochiutti *et al.* (2012, p. 186), apresenta “[...] características dos arenitos da Formação Exu”. Formada há 90 milhões de anos, a Formação Exu é considerada a rocha mais jovem da Bacia Sedimentar do Araripe (CEARÁ, 2019). Tal composição apresenta-se como um tipo de rocha permeável capaz de absorver água das chuvas como uma espécie de esponja que, posteriormente dá origem às nascentes do sopé⁷ da Chapada (MOCHIUTTI *et al.*, 2012).

4.1.3 Trilha no geossítio Pedra Cariri

O geossítio **Pedra Cariri** fica na localidade de Pedra Branca no município de Nova Olinda – CE, a 3 km da cidade, “[...] na margem esquerda da rodovia CE – 255 (sentido Nova Olinda – Santana do Cariri) [...]” (MOCHIUTTI *et al.*, 2012, p. 181). O geossítio recebe esse nome por se tratar de um local de extração do Calcário Laminado, popularmente chamado de “Pedra Cariri” (FIGUEIREDO, 2016). De acordo com Cordeiro, Macedo e Bastos (2015, p. 155) se trata de “[...] uma antiga lavra de calcário laminado, chamada de mina Triunfo.” A “Pedra Cariri” tem grande valor comercial na região sendo usada principalmente em pisos, fachadas das casas e na produção de cimento. Além do Calcário laminado ou “Pedra Cariri” há também na região a extração de argila e gipsita.

Quanto ao valor científico o local recebe frequentemente estudantes e pesquisadores “[...] devido à abundância de fósseis do Cretáceo Inferior⁸. Representa o Membro Crato da Formação Santana” (SILVEIRA *et al.*, 2012, p. 118). Possui estratificações que expõe eventos geológicos ocorridos ao longo do tempo (ASSINE, 1992).

A trilha começa na CE-255 e tem uma extensão de aproximadamente 1 km através de estrada carroçável. Existem monumentos erigidos com a própria Pedra Cariri demarcando o ponto de entrada. Nesses monumentos é possível ter informações como a localização, valor geológico e paleontológico e econômico bem como já se observar formações estratificadas do calcário laminado.

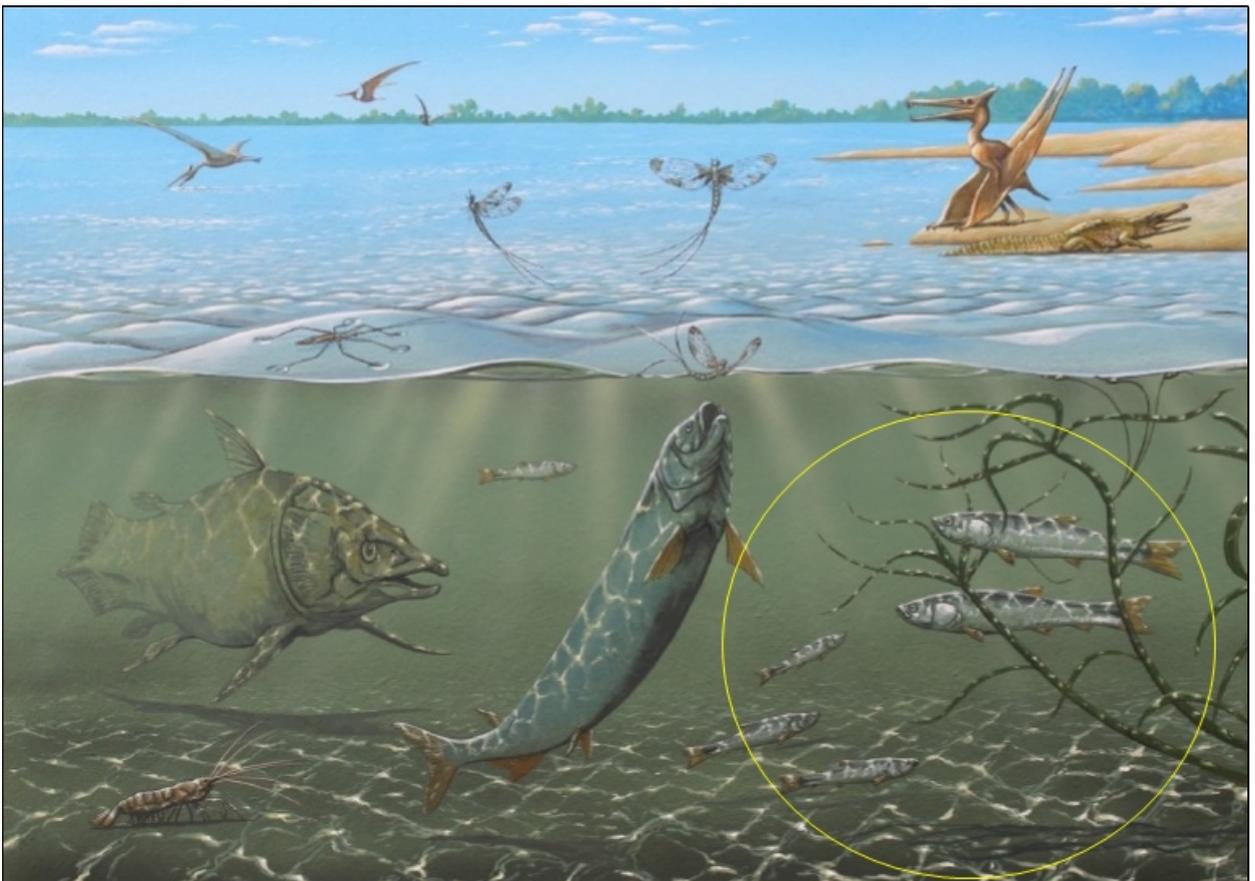
Ao planejar a aula de campo para esse geossítio é aconselhável que o professor possa escolher um horário de menor incidência solar, em virtude da pouca cobertura vegetal durante o percurso da trilha, uma característica da vegetação da Caatinga.

⁷ “Base de um abrupto ou de uma elevação do terreno. O mesmo que aba” (GUERRA; GUERRA, 2008, p. 588)

⁸ O Cretáceo Inferior compreende o período que vai de 135 a 96 milhões de anos (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009).

Na trilha é possível observar uma grande quantidade de rejeitos do calcário laminado provenientes da extração. A importância desse geossítio é o seu grande valor paleontológico. Os fósseis dessa região se destacam pelo “[...] excelente grau de preservação, grande diversidade e abundância [...]” (FÉLIX, 2017, p. 12). É um dos mais ricos depósitos fossilífero do Brasil. A diversidade de fósseis abrange “[...] vegetais, insetos, aracnídeos, peixes (sobretudo *Dastilbe* e *Cladocyclus*), anuros, tartarugas, pterossauros [...] e penas.” (BOAS, 2012, p. 76). A maioria dos fósseis encontrados nesse local está no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA. Na Figura 5, temos uma reconstituição do cenário paleoambiental do Membro Crato, um dos ambientes deposicionais onde hoje se encontra geossítio Pedra Cariri. Destacamos nessa reconstituição um cardume de *Daltibe crandalli*, peixes que abundantemente foram fossilizados e atualmente são encontrados facilmente em rochas do calcário laminado a “pedra Cariri”.

Figura 5 - Reconstituição do cenário do Membro Crato durante o período Cretáceo



Fonte: Adaptada da dissertação de mestrado de Martine (2013, p. 91).

A exploração na mina, traz contribuições à pesquisa científica pois “[...] o processo é responsável por viabilizar e possibilitar a descoberta dos fósseis, impondo aos

pedreiros, como são chamados os trabalhadores das minas, o papel de escavadores paleontológicos [...]” (FÉLIX, 2017, p. 19). Ainda assim, os problemas ambientais em decorrência da ação antrópica são notórios. Na Figura 6, é possível identificar estratificações rochosas do Calcário Laminado no Geossítio Pedra Cariri:

Figura 6 - Estratificações do Calcário Laminado no geossítio Pedra Cariri



Fonte: Elaborado pelo autor.

4.2 OS FÓSSEIS DO MUSEU DE PALEONTOLOGIA DA UNIVERSIDADE REGIONAL DO CARIRI/URCA

A Formação Santana, além de ser a mais complexa da Bacia Araripe, é também referência mundial por conta dos fósseis encontrados na região (ASSINE, 1992). O registro geológico do período Cretáceo, “[...] apresenta um excepcional estado de preservação e uma enorme diversidade biológica [...]” (BOAS; BRILHA; LIMA, 2013, p. 159). Um grande acervo de fósseis está exposto no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA que fica na cidade de Santana do Cariri – CE.

Criado em 1985 pela Lei nº 197/85, ano do centenário do município de Santana do Cariri –CE (NUVENS *et al.*, 2002), o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do

Cariri/URCA⁹ contém fósseis de peixes, pterossauros, moluscos, insetos, vegetais e répteis. Os fósseis se destacam pela nitidez e excelente estado de conservação, com alguns apresentando restos de tecidos fossilizados. Vale ressaltar que esses exemplares de notável conservação são provenientes principalmente da Formação Santana (FIGUEIREDO, 2016).

Dentre o vasto acervo de fósseis encontrados no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, destacamos os que foram usados na produção da cartilha. Optou-se pelos fósseis mais conhecidos tanto a nível nacional quanto internacional em alguns casos. Desse modo, os fósseis escolhidos foram: *Dastilbe crandalli*, *Santanaraptor placidus*, *Axelrodichthys araripensis*, pterossauros dos gêneros *Anhangueridae* e plantas representadas por *Dadoxylon benderi*, *Duartenia araripense*, *Ruffordia goeppertii*, *Brachyphyllum obesum*, *Itajuba yansanae* e *Araripia florifera*.

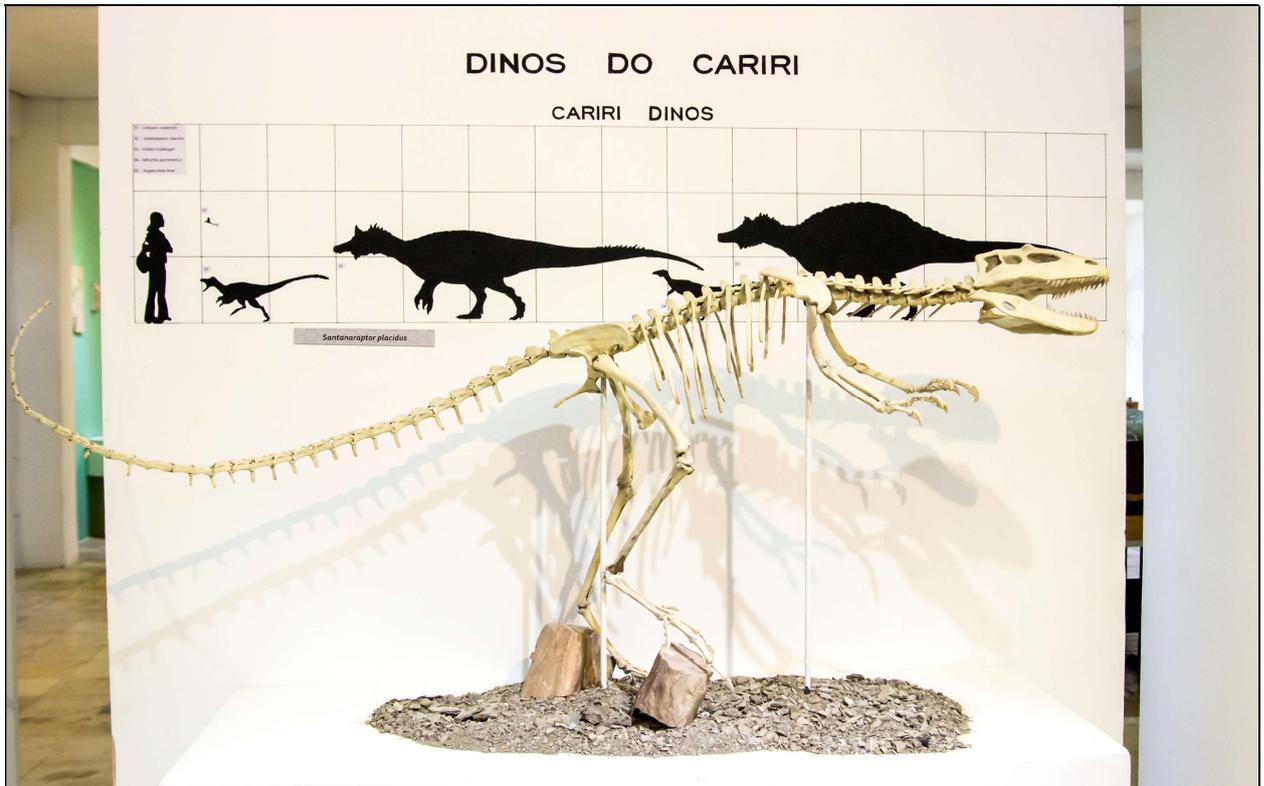
O *Santanaraptor placidus*¹⁰ é um exemplar de fóssil de dinossauro Terópode do período Cretáceo encontrado na Formação Romualdo na Bacia do Araripe. Foi descrito em 1999 pelo Paleontólogo Alexander Wilhelm Armin Kellner (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009). Media cerca de 1,6 metros de comprimento sendo considerado pequeno em relação a outros dinossauros terópodes. Apesar disso, é considerado um dos fósseis mais importantes do Brasil devido ao seu estado de preservação, apresentando a fossilização de tecidos, fibras musculares e vasos sanguíneos petrificados. A disposição de dentes serrilhados associado à características como ossos leves, possibilitando agilidade, indica que era um predador carnívoro (SOARES, 2015).

Na Figura 7, temos a imagem da réplica do *Santanaraptor placidus* que se encontra exposta no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA. O fóssil original, de acordo com Candeirol, Martinelli e Vera (2009), se encontra no Museu Nacional/UFRJ.

⁹ Nome oficial do Museu de Paleontologia de Santana do Cariri a partir de 1991 conforme Figueiredo (2016, p. 48).

¹⁰ O nome *Santanaraptor* “[...] significa raptor da Formação Santana, tendo o nome *placidus* dado em homenagem ao Professor Plácido” (FIGUEIREDO, 2016, p. 49).

Figura 7 - Imagem da réplica do *Santanaraptor placidus* que se encontra no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outro fóssil bastante conhecido que podemos encontrar no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA é o do peixe *Dastilbe crandalli* proveniente da Formação Crato, “[...] que viveu na região há cerca de 113 milhões de anos” (ANDRADE, 2017, p. 46). Media aproximadamente 21 cm de comprimento quando adulto e tinha o corpo ligeiramente alongado, a cabeça grande e pontiaguda com boca pequena e com ausência de dentes (POLCK *et al.*, 2015).

O *Dastilbe crandalli* foi o primeiro fóssil do Museu de Santana, sendo comum os visitantes escolherem como cenário de fotografia uma parede com vários exemplares desse fóssil. Devido à abundância de *Dastilbe crandalli* é possível encontrá-lo em diversos tamanhos e até mesmo se relacionando de forma canibalesca como podemos ver na Figura 8.

Figura 8 - Fóssil de *Dastilbe crandalli* relacionando-se de forma canibalesca



Fonte: Elaborado pelo autor.

O fóssil de *Axelrodichthys araripensis*, representa um grupo de peixes celacantos, comumente chamados de “fósseis vivos”¹¹. Possuem representantes nos dias atuais “[...] encontrados em vários lugares ao longo da costa leste da África e no leste do Oceano Índico, próximo à Indonésia” (REECE, *et al.*, 2015, p. 723). Os *Axelrodichthys araripensis* eram peixes de grande porte, com até 2 m de comprimento (POLCK *et al.*, 2015).

Na Figura 9, temos a imagem de dois fósseis de *Axelrodichthys araripensis* (celacantos) expostos no Museu de Santana.

¹¹ De acordo com Boas (2012, p. 135), “Os ‘fósseis vivos’ são organismos (ou melhor, táxones de categoria espécie e gênero) atuais pertencentes a grupos biológicos (de categoria superior: ordem, classe) que, no passado geológico da Terra, foram muito mais abundantes e diversificados que na atualidade. Frequentemente a expressão ‘fóssil vivo’ é também utilizada informalmente para qualificar organismos de atuais grupos biológicos, que são morfologicamente muito similares a organismos dos quais há conhecimento apenas do registo fóssil.”

Figura 9 - Fósseis de *Axelrodichthys araripensis* (Celacantos)



Fonte: Elaborado pelo autor.

Entre os fósseis de animais de grande porte com enorme quantidade de exemplares estão os Pterossauros. Até 2016, a coleção do museu tinha dois diferentes clados, *Anhangueridae* e *Tapejaridae*, com 134 exemplares, sendo desse modo a maior coleção de pterossauros do Nordeste do Brasil (FERREIRA, Jennyfer *et al.*, 2016). Pelo fato de serem vertebrados de grande porte e já extintos, muitas vezes são chamados erroneamente de dinossauros (KELLNER, 2015). No Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, podemos encontrar fósseis de asas desses reptéis voadores, como é caso do holótipo de uma asa completa de *Anhanguera santanae* e uma asa parcialmente completa de *Anhanguera piscator*.

Entre os registros paleobotânicos de gimnospermas presentes no Museu de Santana do Cariri, destacamos os troncos de vegetais petrificados por silicificação¹² provenientes do geossítio Floresta Petrificada em Missão Velha – CE. De aproximadamente 145 milhões de anos, esses fósseis são registros de uma floresta do período Jurássico

¹² Tipo de fossilização por substituição quando “[...] a constituição mineralógica original das conchas, ossos e dentes modifica-se, sendo o mineral original substituído por outro abundante no meio. [...] A substituição chama-se silicificação quando os elementos químicos originais foram substituídos pelo elemento sílica” (SOARES, 2015 p. 96).

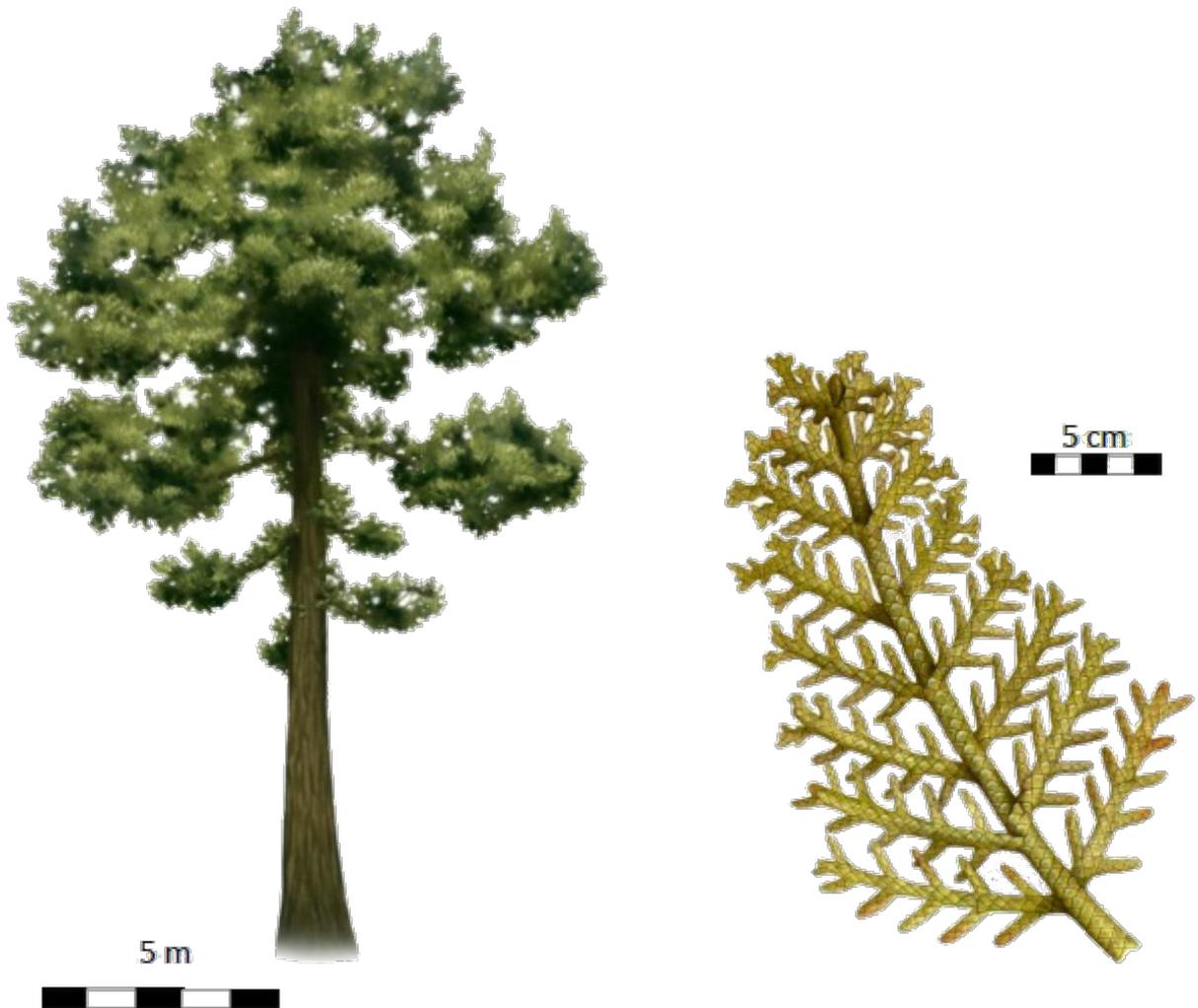
(MOCHIUTTI *et al.*, 2012, p. 180). Constituem fragmentos de madeira petrificada atribuídos a coníferas da espécie *Dadoxylon benderi* (ASSINE, 1992, p. 294).

O fóssil da espécie *Duartenia araripense* coletado em 2016 proveniente do geossítio Pedra Cariri, Nova Olinda - CE, pertence ao clado *Cheirolepidiaceae* sendo o fóssil de *Duartenia araripense* mais completo já encontrado (ALVES *et al.*, 2017, p. 10). A planta atual do clado relacionado é a *Coniferales* (NUNES; PIOKER-HARA, 2018, p. 9). Gimnosperma do Cretáceo Inferior possuía ramos lenhosos e ramificados com gemas laterais bem desenvolvidas.

Ainda no cenário das gimnospermas destacam-se vários fósseis de *Brachyphyllum obesum*. Com ramificações típicas de uma conífera, os râmulos decrescem quando vão se aproximando do ápice que tem ponta cilíndrica. Apresentam escamas foliares numerosas em forma de losango e espiraladas (LIMA; SARAIVA; SAYÃO, 2012, p. 105). Outra gimnosperma de destaque é a *Itajuba yansanae*, uma gnatales que vivia próximo aos lagos formando baixas touceiras. Era tolerante a estiagem sendo uma indicadora de sazonalidade no Membro Crato. Os fósseis mostram estruturas reprodutoras femininas (MARTINE, 2013, p. 93) sendo que um deles contém um fóssil de um pequeno peixe indicando ser uma planta pantanosa. Por terem adaptações importantes relacionadas às plantas com sementes, as gimnospermas se tornaram bem-sucedidas principalmente em condições áridas as mudanças sazonais já mencionadas.

Na Figura 10, temos a reconstituição arbórea e dos ramos de *Brachyphyllum obesum*.

Figura 10 - Reconstituição da árvore e dos ramos da espécie *Brachyphyllum obesum*



Fonte: Martine (2013, p. 85).

Os registos de pteridófitas, bastante expressivos no museu e que podem ser explorados pelo professor, são os fósseis de samambaias da família mofiléctica *Anemiaceaes*. Essas samambaias apresentavam “[...] pinas basais modificadas em espigas férteis” (GOETZ; XAVIER, 2015, p 14). De acordo com a descrição de Casarino, Mynssen e Messias (2009, p. 738) possuíam “[...] caule reptante ou ereto, [...] lâminas lobadas, pinadas, ou bipinadas, pinas inteiras ou pinatífidas, nervuras livres, furcadas ou anastomosadas; esporangióforos localizados em duas pinas ou segmentos basais modificados [...]”. Um desses espécimes, que podem ser vistos no museu, é o da espécie *Ruffordia goeppertii* do género *Anemia sp.* Essas plantas possuíam “[...] rizomas rastejantes e hábito ereto, frondes triangulares, dimórficas, parcialmente férteis e estéreis, atingindo até 60 cm, com pecíolos dísticos estendendo-se aproximadamente de 12 a 15 cm” (LIMA; SARAIVA; SAYÃO, 2012, p. 103), sendo que as

plantas atuais que mais se relacionam à *Anemia sp.* são as do filo Monilophytas (NUNES; PIOKER-HARA, 2018).

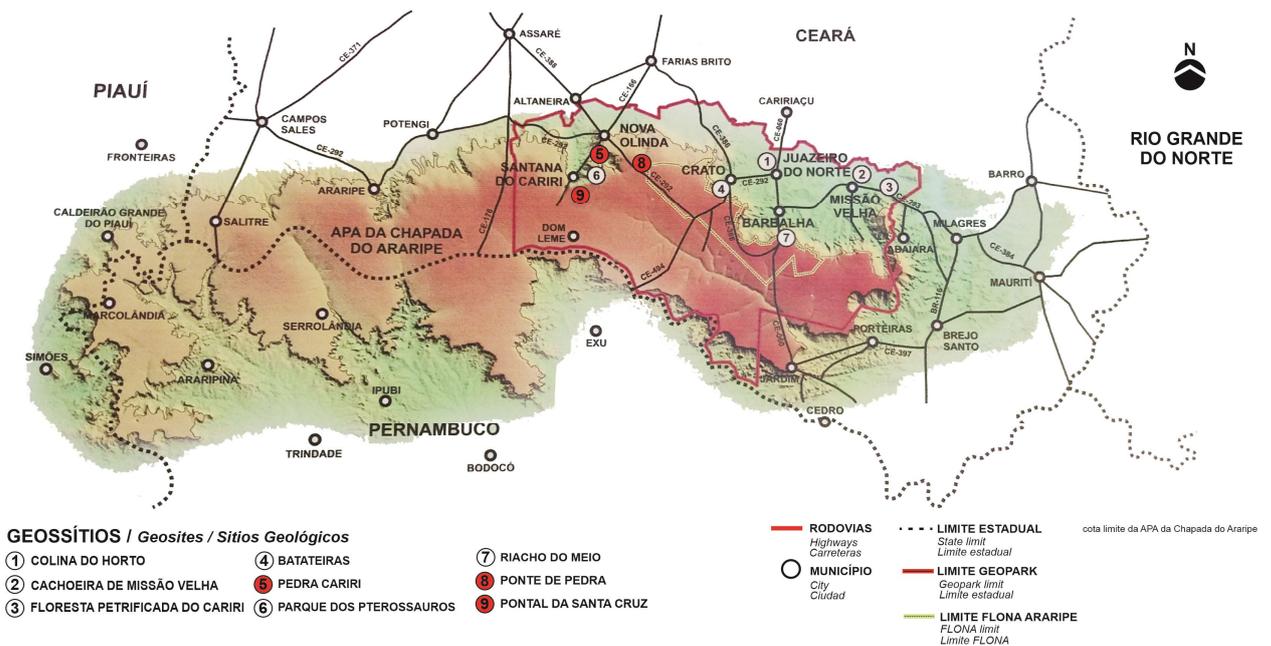
Entre os fósseis de angiospermas, destacamos pela qualidade de preservação, a *Araripia florifera* contendo folhas e flores, com indicação de que podiam atingir porte arbóreo e arbustivo (FÉLIX, 2017).

5 DISCUSSÃO

5.1 O GEOPARK COMO POSSIBILIDADES DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA

O Geopark Araripe, localizado ao Sul do Estado do Ceará é um espaço com 9 geossítios abertos à visitação (Figura 11) que podem ser usados para o ensino de várias disciplinas e de forma interdisciplinar. Apresenta um estimável valor paleontológico, com ecossistemas diferenciados associados a uma geologia distinta que possibilita o ensino das Ciências da Natureza e de modo especial, o ensino de Biologia.

Figura 11 - Mapa da localização dos geossítios do Geopark Araripe destacando (em vermelho) os geossítios Pedra Cariri (5), Ponte de Pedra (8) e Pontal de Santa Cruz (9)



Fonte: Adaptado de Ceará (2019).

Sendo assim, delimitando-se alguns temas da Biologia, tais como Evolução e Ecologia abordados no livro didático para o Ensino médio, e levando-se em consideração as informações da nossa pesquisa, discutiremos acerca de propostas de aulas de campo, ressaltando sempre a perspectiva de um ensino contextualizado e interdisciplinar. A variedade de situações que esses locais apresentam constitui riquíssima oportunidade de práticas de saídas a campo que condizem à perspectiva de Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 143) quando afirmam que:

“[...] se considerarmos que as saídas são possibilidades importantes de aprendizagem e oferecem uma visão diferenciada sobre a realidade e necessária para a formação da cidadania, devemos considerar também a possibilidade de serem feitas em diferentes contextos e em variados formatos”.

Vale lembrar que as nossas visitas foram feitas durante os meses de janeiro a abril, período chuvoso na região. Essa observação é importante porque alguns aspectos da paisagem podem mudar conforme a época de chuva e estiagem. Assim como, também nesse período, podem surgir algumas dificuldades em relação ao acesso a alguns geossítios.

Para que a elaboração de um trabalho de campo tenha resultados satisfatórios no ensino aprendizagem, segundo Rodrigues e Otaviano (2001), alguns procedimentos metodológicos devem ser seguidos. Estes são compostos das seguintes etapas: preparação, realização e resultados/avaliação. Como afirma Fernandes (2007), a expressão “trabalho de campo” configura um dos termos usados para a modalidade de atividade extraescolar que geralmente requer maior deslocamento e duração variada. Sendo assim, para um roteiro de aula de campo nesses locais entre os meses de janeiro a abril, o professor deverá visitar previamente os locais, a fim de verificar, entre outras coisas, as condições de acesso. A trilha no geossítio Pontal de Santa Cruz, por exemplo, exige um esforço físico que pode dificultar um pouco a chegada ao topo da chapada. De modo que o percurso da trilha poderá ser feito até certo ponto próximo ao cume, sem no entanto, prejudicar em nenhum aspecto a qualidade da aula. Já o acesso através de veículo automotor é feito por uma estrada que contorna a chapada. Desse modo, é de suma importância assegurar-se de que a estrada esteja em boas condições. O mesmo vale para os geossítios Pedra Cariri e Ponte de Pedra. Quanto a visita ao Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, mesmo não havendo necessidade de agendamento, é imprescindível ficar atento ao horário de funcionamento, que é das terças aos sábados nos horários das 9h às 16h, domingos e feriados das 9h às 14h, sendo fechado às segundas-feiras. Para que seja viável a nossa proposta de abordar temáticas sobre Evolução e Ecologia durante aulas de campo nos meses iniciais, faz-se necessário uma adaptação na sequência dos conteúdos do livro didático, já que os mesmos foram colocados nos capítulos finais do livro analisado. Tal mudança deve ser em consenso com a equipe de gestão da escola.

Em relação a organização do tempo de cada visitação, sugerimos aulas de campo de no mínimo 3h em cada geossítio e de preferência uma opção de geossítio por dia. No entanto, devemos considerar as particularidades de cada turma e os conteúdos que cada professor pretende abordar.

Em consonância ao roteiro de nossas visitas, sugerimos que as aulas iniciem pelo geossítio **Ponte de Pedra**. Situado no município de Nova Olinda - CE, bem próximo à rodovia CE-292, no trajeto Crato a Nova Olinda. Este geossítio se destaca pelo aspecto visual de uma formação rochosa que serve de travessia sobre o rio Cariús. Ao chegar no local, o professor pode iniciar a aula falando dos aspectos geológicos destacando sua composição em arenito pertencente a Formação Exu. Por ter cerca de 103 milhões de anos, sendo, portanto do Cretáceo Superior¹³, essa formação é considerada a mais recente da Bacia Sedimentar do Araripe (FERREIRA, Joyce *et al.*, 2016). Sugerir aos alunos que formulem hipóteses sobre como teria se formado essa ponte natural.

Quanto a vegetação do geossítio Ponte de Pedra, alguns aspectos da Floresta Subcaducifólia Tropical Xeromorfa (Cerradão) podem ser discutidos com os discentes como, por exemplo, a presença de uma vegetação com folhas latifoliadas e mais densa em relação à caatinga. Composição florística rica e diferenciada dada às condições de solo profundo e úmido, e presença de três estratos: superior com árvores de 15 a 18 m, mediano com arbustos de até 3 m e inferior herbáceo reduzido (FERNANDES, 1998). É possível ter uma visão um pouco mais ampla da vegetação local a partir de um pequeno mirante situado logo na entrada do geossítio. Ainda em relação ao conteúdo de Ecologia, é possível discutir durante o percurso alguns tipos de relações ecológicas. Por exemplo, temos a presença de mutualismo com a presença de líquens (Figura 12). Nesse tipo de relação interespecífica (relação entre indivíduos de espécies diferentes) há uma troca de benefício entre os fungos e as algas ou entre os fungos e as cianobactérias. Sendo heterótrofos, os fungos se beneficiam das algas ou cianobactérias que são organismos autótrofos. Por outro lado, os fungos contribuem com o fornecimento de água e minerais que absorvem do ambiente. Esse tipo de relação é importante pois os líquens podem crescer sobre rochas e solos descobertos constituindo assim comunidades pioneiras nas sucessões ecológicas. Na Figura 13, podemos verificar dois tipos de relações ecológicas: herbivoria (em destaque no círculo menor) e epifitismo (destacado no círculo maior). A herbivoria ocorre quando um animal se alimenta de um organismo produtor como algas e plantas. O consumidor pode ser herbívoro ou onívoro. Essa relação é importante considerando que os produtores fornecem matéria e energia aos demais níveis tróficos das cadeias alimentares nos ecossistemas. No caso do epifitismo, plantas como bromélias e orquídeas, vivem sobre outras plantas se beneficiando da relação para obter luz solar. A planta hospedeira não tem nenhum benefício porém não é prejudicada pelo inquilino. Essa discussão

¹³ O Cretáceo Superior compreende o período que vai de 96 a 65 milhões de anos (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009).

é interessante porque algumas vezes os alunos confundem esse tipo de relação com parasitismo por acharem que a planta inquilina se alimenta da planta hospedeira. Já na Figura 14, temos um exemplo de relação ecologia do tipo sociedade representada por um cupinzeiro. Nesse tipo de relação intraespecífica (que ocorre entre organismo da mesma espécie), os indivíduos cooperam entre si mediante algum grau de divisão de trabalho. Existem três castas em um cupinzeiro: as rainhas responsáveis pela produção de novos indivíduos, os machos que inseminam a rainha e as operárias (estéreis) que podem desempenhar várias funções como busca de alimento, limpeza e defesa do ninho.

Figura 12 - Relações de mutualismo (líquens) presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 13 - Relações de epifitismo e herbivoria presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 14 - Relações de sociedade em cupinzeiros presenciadas no geossítio Ponte de Pedra em Nova Olinda-CE



Fonte: Elaborado pelo autor.

Outra figuração que pode ser abordada pelo professor é o potencial de ecoturismo do geossítio devido ao valor estético¹⁴ que apresenta. Por outro lado, vale ressaltar a ausência

¹⁴ Para Brilha (2005) os ambientes com paisagens naturais possuem de algum modo valor estético quanto a sua geodiversidade, sendo no entanto sua qualificação uma atitude subjetiva.

de guias no local e principalmente a falta de pessoas para cuidar da segurança no geossítio. Embora, segundo informações de alguns monitores do Museu de Santana, existe a possibilidade de contratar guias particulares para esses geossítios. Pode-se perceber que existem informações pertinentes quanto ao número máximo de pessoas que devem atravessar a ponte. No entanto, a falta de fiscalização corrobora para a desobediência a essa norma. Além disso, outra ação que poderia ser vistoriada seria o descarte inapropriado de lixo no ambiente. Diante disso, é importante que o professor assuma o compromisso de assegurar que os estudantes cumpram essas orientações.

O geossítio ponte de pedra apresenta um valor cultural¹⁵ notório em virtude de ter sido um território ocupado pelos índios Kariris (MOCHIUTTI *et al.*, 2012), podendo ser explorado pelo professor na contextualização dos conteúdos. Os mitos e as lendas deixados por esses povos estão fortemente ligados às pedras e às águas. Um exemplo é o caso da lenda do “Castelo Encantado” que fala sobre o mar que um dia cobriu o sertão, lançando um encanto sobre um castelo com todo o seu reinado. Ainda de acordo com a lenda, esse castelo reaparece vez por outra na região (SILVA; LEVY, 2017). Histórias como estas podem ser abordadas de forma contextualizada e interdisciplinar, abrindo debates a respeito da percepção desses índios, ainda que de forma mitológica, sobre a ocupação do sertão pelo mar em tempos remotos.

Quanto aos conteúdos do livro didático que podem ser abordados no geossítio Ponte de Pedra, além das relações ecológicas já discutidas, sugerimos dentro na temática Ecologia tratar sobre ecossistemas, discutindo sobre os fatores abióticos e bióticos relacionados ao solo e intemperismo, biodiversidade dos biomas cerrado/cerradão, comunidade pioneira em sucessão ecológica e relações tróficas nos ecossistemas. Já em relação à temática Evolução pode-se abordar, por exemplo, adaptação e seleção natural, tempo geológico e dispersão do *Homo sapiens*.

Próximo a Santana do Cariri-CE temos o geossítio **Pontal de Santa Cruz**. Poderá ocorrer um pouco de dificuldade ao acesso devido a um trecho bifurcado na estrada que não se encontra adequadamente sinalizada. Chegando ao local, o professor também poderá iniciar sua aula falando sobre os aspectos físicos da geologia local, assim como foi sugerido para a aula de campo no geossítio Ponte de Pedra. O Pontal de Santa Cruz faz parte da Formação Exu com cerca 90 milhões de anos. Com relação a esse aspecto, pode se discutir logo no início, a diferença entre a vegetação do topo e a da encosta da chapada. Esta ocorre em virtude

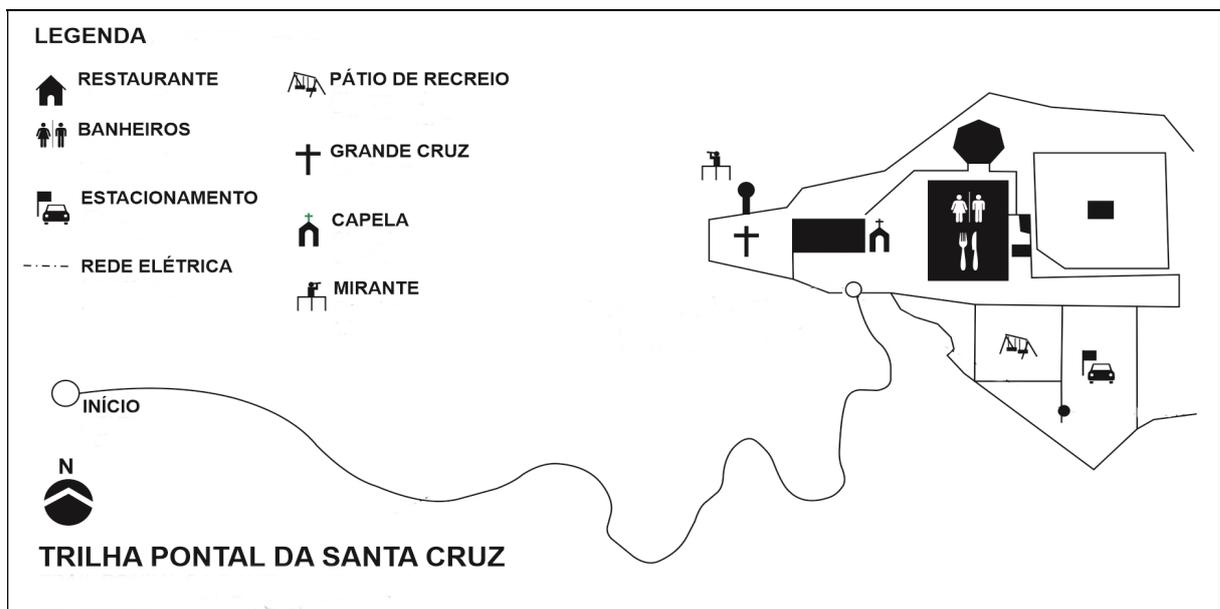
¹⁵ Segundo Mochiutti *et al.* (2012, p. 175) “o valor cultural revela-se nas inúmeras relações que existem entre a sociedade e o mundo natural que a rodeia, no qual ela está inserida e ao qual ela pertence”.

de um solo típico em arenito. A permeabilidade das rochas permite uma infiltração das águas pluviais que ao tocar a superfície do terreno, “[...] lavam os latossolos, tipo de solo predominante no local, carregando consigo os cátions trocáveis, por isso a vegetação torna-se menos densa no topo da chapada” (FERREIRA, Joyce *et al.*, 2016, p. 186). Também é possível discutir sobre o aspecto de relevo tabular da Chapada em decorrência da porosidade dos arenitos e a distribuição da cobertura vegetal associadas às condições edafoclimáticas. Devido à ocorrência da infiltração, o escoamento superficial é mínimo no topo da chapada e por isso, segundo Bastos *et. al.* (2016, p. 3) a “[...] ação fluvial é praticamente nula em termos de entalhe.” Desse modo, ainda segundo Bastos *et. al.* (2016, p. 4),

“[...] constata-se a presença de, pelo menos, quatro representantes fitogeográficos principais: caatinga arbórea associada com a mata seca, localizada nas depressão periférica; mata úmida pluvionebular, localizada nas encostas orientais úmidas; cerrado/cerradão, localizado nos setores úmidos do topo da chapada; e carrasco, situado nas áreas mais secas do topo da chapada.”

Antes de subir a trilha do Pontal de Santa Cruz, que apresenta uma extensão de 300 m de subida e um pouco íngreme e curvas sinuosas no trecho final (Figura 15), é interessante o professor acordar com os alunos sobre a possibilidade de percorrê-la parcialmente em virtude das dificuldades que pode apresentar. Vale ressaltar que o percurso parcial da trilha não irá comprometer a aula e que a subida completa ao topo poderá ser feita através de veículos automotor, contornando a encosta local. Também é oportuno combinar com motorista sobre essa parte do roteiro para que a chegada ao mirante seja concretizada.

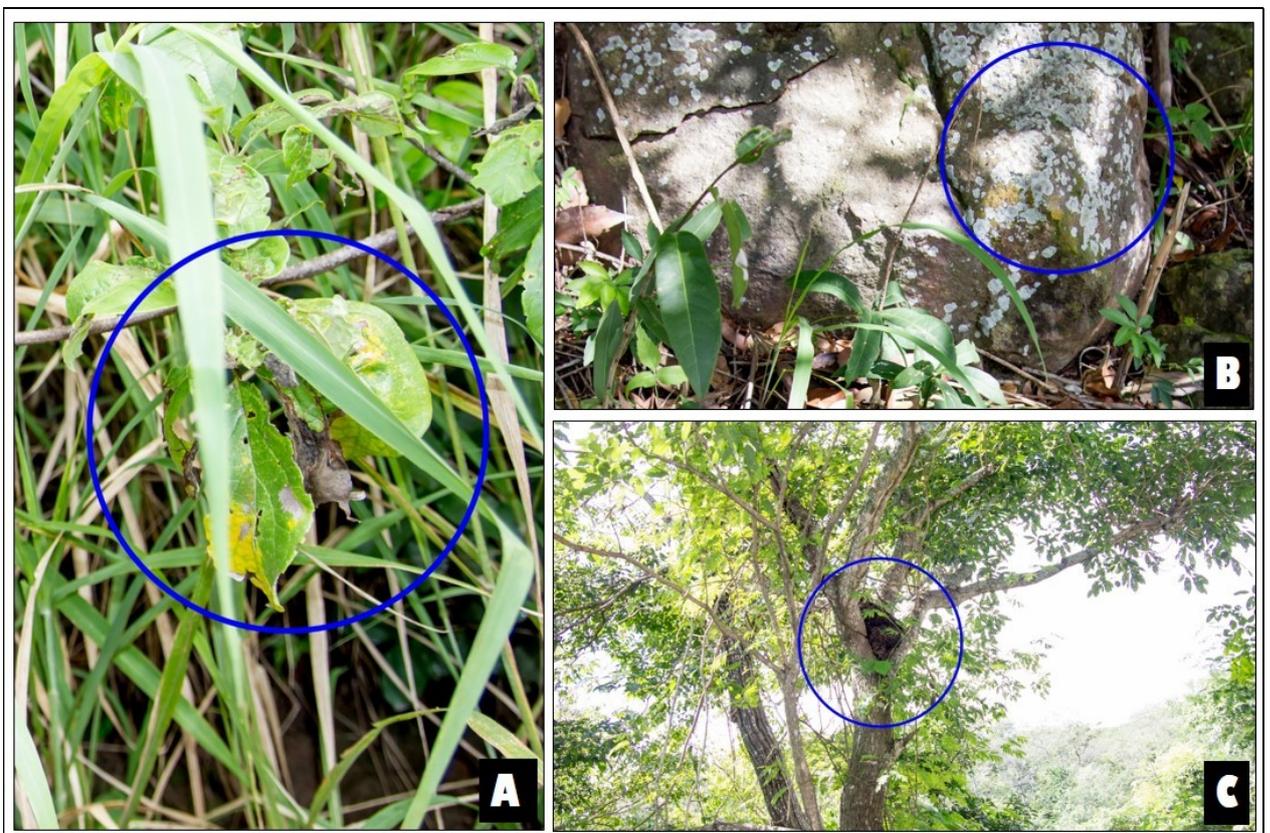
Figura 15 - Mapa explicativo da trilha do Pontal de Santa Cruz



Fonte: Adaptado de Ceará (2019).

Durante o percurso da trilha, os aspectos do bioma Cerradão podem ser explorados pelo professor. Entre eles encontram-se a densidade da vegetação, plantas com folhas latifoliadas e grande presença de cipós. É possível abordar as relações ecológicas como o parasitismo, mutualismo e sociedade. Na Figura 16, temos os registros de situações de parasitismo em folhas de vegetais (A), de mutualismo representado por líquens (B) e de sociedade representados por cupinzeiro (C).

Figura 16 - Exemplos de algumas relações ecológicas observadas no geossítio Pontal de Santa Cruz: (A) parasitismo, (B) mutualismo e (C) sociedade



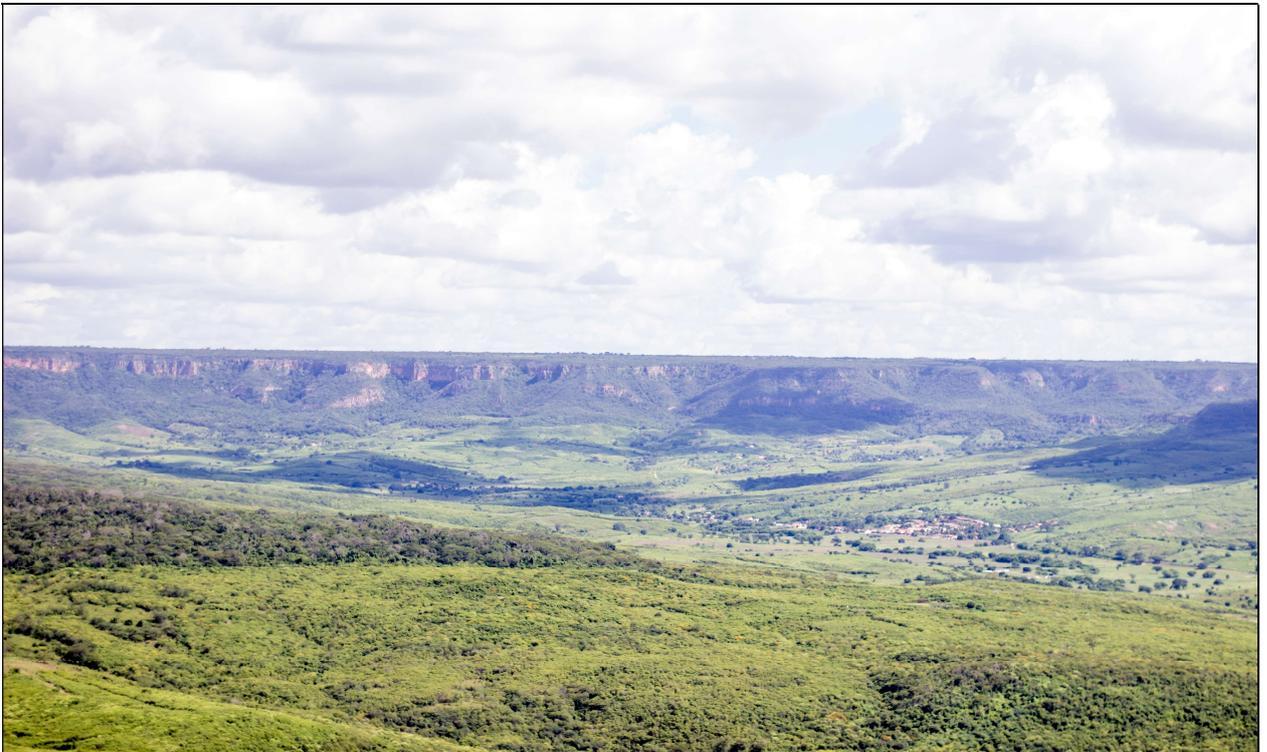
Fonte: Elaborado pelo autor.

No topo do geossítio Pontal de Santa Cruz é possível ter um vista panorâmica de parte da chapada e depressão sertaneja, uma paisagem muito valorizada pelo turismo local. Pode-se mostrar para os alunos, a partir desse ponto, parte de uma extensão que no durante o período Cretáceo era ocupada por um imenso paleolago (Figura 17). Podem-se verificar logo abaixo, na depressão sertaneja, muitas áreas desmatadas, momento no qual o professor poderá levantar questões a respeito dos impactos das ações antrópicas no ambiente. É importante discutir os problemas e potencialidades do local. Nesse sentido, Chassot (2000) ao tratar sobre alfabetização científica, considera que o desafio de envolver nossos alunos em discussões dos

problemas locais são relevantes para se transformar “[...] nossas alunas e nossos alunos em mulheres e homens críticos, que serão os responsáveis pela construção de uma sociedade com menos desigualdades” (CHASSOT 2000, p. 133).

O local ainda apresenta como valor cultural a presença de uma capela e uma enorme cruz de metal que dá nome ao geossítio, “[...] que segundo a crença popular foi colocada ali para proteger a todos contra os maus espíritos que habitam esta área” (MOCHIUTTI *et al.*, 2012, p. 187). A infraestrutura conta com estacionamento, sanitários, parque infantil e um restaurante com refeições a partir de R\$ 14,00 por pessoa.

Figura 17 - Imagem obtida a partir do topo do geossítio Pontal de Santa Cruz onde é possível observar a parte da depressão sertaneja e vista parcial da Chapada



Fonte: Elaborado pelo autor.

No geossítio Pontal de Santa Cruz, ainda com relação aos conteúdos do livro didático e dentro da temática Ecologia, podem ser abordados, ciclos biogeoquímicos (água, carbono e oxigênio), influência da altitude na determinação dos ecossistemas, sucessão primária e secundária, herbivoria e competição. Já com respeito aos conteúdos sobre Evolução, sugerimos, tempo geológico, deriva continental e especiação.

No geossítio **Pedra Cariri**, localizado no município de Nova Olinda-CE, professores e alunos dispõem de um espaço privilegiado principalmente pelo seu registro fossilífero abundante do Membro Crato da Formação Santana (ASSINE, 1992).

Por ser um dos geossítios com maior extensão, é considerável ter alguns cuidados comuns para aulas nesse tipo de ambiente. É importante que os alunos usem protetor solar, chapéu e camisa com mangas longas. Além disso, o uso de tênis é fundamental devido à região ter grande quantidade de rejeitos de rochas advindos da atividade extrativista. Deve-se levar água e alimentos como frutas, cereais e biscoitos. Para realizar aula de campo nesse local, tem que respeitar algumas recomendações tais como não “[...] recolher ou danificar rochas, fósseis e qualquer outro bem natural; [...] Evitar atitudes que perturbem a ordem do local; [...] Não abandonar lixo no chão [...]” (BOAS, 2012, p. 141).

Como exemplo do que ocorre nos demais geossítios, a aula poderá ser iniciada evidenciando os aspectos geológicos. É possível discutir a relação entre as formações rochosas e a evolução dos seres vivos, reportando aos conhecimentos de Lyell¹⁶ e Hutton¹⁷ na área da geologia, que serviram como base à teoria da evolução. Considerando o tema Evolução, o local é bastante oportuno, embora Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 145) ressaltem algumas dificuldades em se trabalhar o assunto já que alguns conceitos “[...] são dificilmente *visíveis* no espaço e no tempo de uma visita a campo”. Nesse sentido, a temática Evolução se encaixaria nessa dificuldade apontada pelas autoras. Por isso, segundo elas, é necessário não somente saber dimensionar bem os conteúdos dentro do planejamento, “[...] mas também como eles serão efetivamente ‘extraídos’ para a análise [...]” (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009, p. 145).

Por tratar-se de um depósito fossilífero importante, inclusive com possibilidades dos alunos visualizarem fósseis em placas de calcário laminado desprovidas no local, é provável que os mesmos tenham interesse em saber como ocorreu o processo de fossilização. Nesse momento, o professor poderá expor, com base em explicações encontradas em Governo do Estado do Ceará (2012, p. 44) que

¹⁶ O geólogo britânico Charles Lyell (1797-1875) publicou o livro *Principles of Geology* (1830-1833), no qual “[...] postulou que a Terra seria muito mais velha do que se pensava na época [...]” (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2014 p. 423) e que “[...] a evidência física não apoia a visão tradicional de uma Terra estática [...]” (REECE *et al.*, 2015, p.466).

¹⁷ Segundo Reece *et al.* (2015, p. 464) “Em 1795, o geólogo escocês James Hutton (1726-1797) sugeriu que as características geológicas da Terra poderiam ser explicadas por um mecanismo gradual, como os vales formados por rios. Charles Lyell (1797-1875), o principal geólogo da época de Darwin, incorporou o pensamento de Hutton no seu princípio que postulava que os mesmos processos geológicos operam no mesmo ritmo tanto hoje quanto no passado. As ideias de Hutton e Lyell influenciaram fortemente o pensamento de Darwin. Darwin concordou que, se as mudanças geológicas resultam de ações lentas, mas contínuas, e não de eventos repentinos [...]”.

O ambiente que existia há cerca de 110 milhões de anos, e que permitiu a fossilização deste material, corresponde a um lago caracterizado por águas calmas, com alta taxa de precipitação de carbonatos e sais, e com pouco oxigênio. Tais características propiciaram a fossilização dos restos de animais e vegetais que se depositaram no fundo do lago juntamente com estes sedimentos que, mais tarde, originaram as lâminas de calcário, conhecidas localmente como “Pedra Cariri”.

O professor poderá ressaltar que esse paleolago, existente durante o período Cretáceo na região, tinha sua superfície “[...] composta por água doce, e em épocas de seca suas margens poderiam se tornar muito rasas” (MARTINE, 2013, p. 88). Por conta de mudanças no ambiente o encontro com águas provocou mortalidade e seleção de seres vivos Martill (1988, p. 11) *apud* Assine (1992, p. 297), cardumes de *Dastilbe crancalli*, muito abundantes nos paleolagos, foram os que tiveram maiores chances de serem fossilizados, a exemplo do que é constatado nas explorações paleontológicas da região (MARTINE, 2013).

O professor pode discutir as evidências que apontam para uma mudança catastrófica ocorrida no ecossistema decorrente do encontro de água doce e salgada, situação parecida com o que ocorre hoje em estuários. Segundo relata Martill (1988) *apud* Assine (1992, p. 297),

[...] as características da preservação dos peixes nas concreções (pequenas escamas e barbatanas articuladas) indicam águas muito calmas, estando a causa da mortalidade em massa destes organismos nectônicos associada a uma mudança catastrófica da química (flutuação da salinidade) ou da temperatura nas águas superficiais.

Partindo dessas informações, os discentes poderiam formular noções a respeito da biodiversidade do período, relacionando às evidências do registro fóssil encontrado no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA.

Em relação às questões ambientais, a retirada do solo e da camada vegetal, a grande quantidade de rejeitos (principalmente pedaços de placas calcárias), a destruição de habitats, a proximidade com áreas agrícolas, e a deposição de líquidos provenientes de esgotos sanitários e dos equipamentos usados nas mineradoras tais como graxas e óleos (BEZERRA, 2013) constituem elementos danosos aos recursos naturais ameaçando a estabilidade do ambiente. Vale ressaltar ainda os danos para a atmosfera. Segundo Almeida (1999, p. 2),

As atividades minerais produzem vários tipos de poluentes atmosféricos, dentre os quais se destacam óxidos de carbono (CO e CO²), os óxidos de nitrogênio (NO_x), os óxidos de enxofre (SO_x), os hidrocarbonetos (Hc) e os particulados. Dentre esses vários poluentes atmosféricos produzidos numa mineração, o MP (material particulado) se destaca por apresentar um grande potencial poluidor devido ao fato de estar associado à quase todas as atividades mineiras

De acordo com Bezerra (2013, p. 113) ao analisar a poluição atmosférica resultante da mineração em Nova Olinda, mostrou que

Os poluentes atmosféricos provenientes da mineração do calcário podem afetar a saúde de várias maneiras. Segundo alguns operários, que responderam o questionário, a reclamação é de irritação dos olhos, dificuldade para respirar, dor de cabeça, problemas ligados ao aparelho respiratório, como bronquite e pneumoconiose. Nesse sentido, um operário foi internado com gravidade com uma doença chamada silicose, comum em mineração.

Ao analisar a efetividade do manejo do Geopark Araripe, Silveira *et al.* (2012) também citam alguns desses problemas considerando-os responsáveis pela vulnerabilidade que denota prejuízos na avaliação dos geossítios. Sendo assim, nessa trilha o professor pode tratar sobre as condições ambientais, sociais, econômicas e culturais como as que envolvem a venda ilegal de fósseis nessas minas de exploração do calcário laminado, que segundo Boas (2012, p. 64), “[...] é a maior ameaça à integridade do patrimônio paleontológico brasileiro, uma vez que são apenas alguns que beneficiam de um patrimônio que é de todos”.

No tocante aos conteúdos de Ecologia presentes no livro didático que podem ser abordados nesse geossítio temos como indicação, alterações em ecossistemas, impactos humanos sobre o ambiente (água, solo e atmosfera) e perda da biodiversidade. Em Evolução sugerimos processos de fossilização, especiação, adaptação, seleção natural, tempo geológico, origem dos tetrápodes e extinção dos dinossauros.

5.2 O MUSEU DE PALEONTOLOGIA DE SANTANA DO CARIRI-CE COMO POSSIBILIDADE DE CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO DE BIOLOGIA

No mesmo roteiro do geossítio Ponte de Pedra, é possível incluir a visita ao Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, popularmente conhecido por **Museu de Santana**, localizado no município de Santana do Cariri-CE. Segundo Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 168), “Do ponto de vista educacional, os museus são espaços valiosos para a discussão de elementos relacionados à educação não formal, como a elaboração de estratégias de ensino e de divulgação da ciência e os processos de aprendizagem”. Sobre o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, Figueiredo (2016, p. 2) acredita ser “[...] um espaço público que carrega a memória social e, mesmo que não tenhamos convivido com estes organismos, os fósseis são um legado que nos ajudam a compreender senão toda, boa parte da trajetória de vida na Terra”.

Para Figueiredo (2016, p. 2), “[...] os museus possuem um grande desafio, o de relacionar tempo, acervo e público [...]”. Destarte, selecionamos alguns fósseis do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, para melhor discussão dentro das temáticas Evolução e Ecologia. Desse modo, temos os seguintes fósseis: *Dastilbe crandalli*, *Santanaraptor placidus*, *Axelrodichthys araripensis*, pterossauros dos gêneros *Anhangueridae* e plantas representadas por *Dadoxylon benderi*, *Duartenia araripense*, *Ruffordia goeppertii*, *Brachyphyllum obesum*, *Itajuba yansanae* e *Araripia florifera*.

O *Dastilbe crandalli* é um dos fósseis mais comuns na região sendo inclusive o primeiro do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA. Para o estudo sobre a evolução dos seres vivos, uma informação pertinente é a de que os fósseis desses peixes também foram encontrados no continente africano atestando a separação do Gondwana evidenciando o “[...] elo continental entre Brasil e África ocidental durante o Aptiano”¹⁸ (MARTINE, 2013, p. 28). Isso contribui para o apoio a teoria da deriva continental sendo uma evidência evolutiva notória para o entendimento sobre a macroevolução (CARVALHO; SANTOS, 2005). Muitas vezes os alunos demonstram dificuldades em compreender a macroevolução justamente pelo fato dela acontecer em um intervalo de tempo maior quando comparada à microevolução.

Outra parte que merece atenção é uma parede preenchida por uma grande quantidade de fósseis de *Dastilbe crandalli* (Figura 18) sendo inclusive um dos cenários mais usados pelos visitantes para fotografar. Aproveitando esse painel, o professor pode discorrer sobre alguns níveis de organização ecológicas tais como indivíduo e população. Também é possível discutir sobre canibalismo uma vez que existem fósseis de *Dastilbe crandalli* retratando esse tipo de relação.

¹⁸ De acordo com Almeida e Barreto (2010), o Aptiano é um dos estágios ou andares do período Cretáceo Inferior. Ainda segundo esses autores, estágios ou andares correspondem na escala de tempo geológico a “[...] eventos de menor intensidade, delimitados por correlações fossilíferas ou bioestratigráficas” (ALMEIDA; BARRETO, 2010, p. 97).

Figura 18 - Registo fotográfico do painel com exposição de fósseis de *Dastilbe crandalli*



Fonte: Elaborado pelo autor.

O *Santanaraptor placidus* era um dinossauro do grupo dos *maniraptoriformes* que durante a história evolutiva dos grandes répteis apareceram antes dos Tiranossauros como o famoso *Tiranosaurus rex* (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009).

A presença de dentes serrilhados e ossos pneumáticos que possibilitava agilidade, indicam características de um animal com hábitos carnívoros. Sendo considerado um importante predador, ocupou o topo de algumas cadeias alimentares no período Cretáceo caçando animais de portes menores como os filhotes de pterossauros (SOARES, 2015).

O fato de ser um dinossauro que viveu em nossa região, provavelmente irá despertar interesse nos alunos. Além disso, poderá desfazer alguma noção incorreta que por ventura os alunos possam ter, de que os dinossauros não existiram ou só existiram em outros países já que, segundo Candeirol, Martinelli e Vera (2009, p. 10), até o início dos anos 90 “[...] pouco se conhecia sobre os dinossauros do Brasil.”

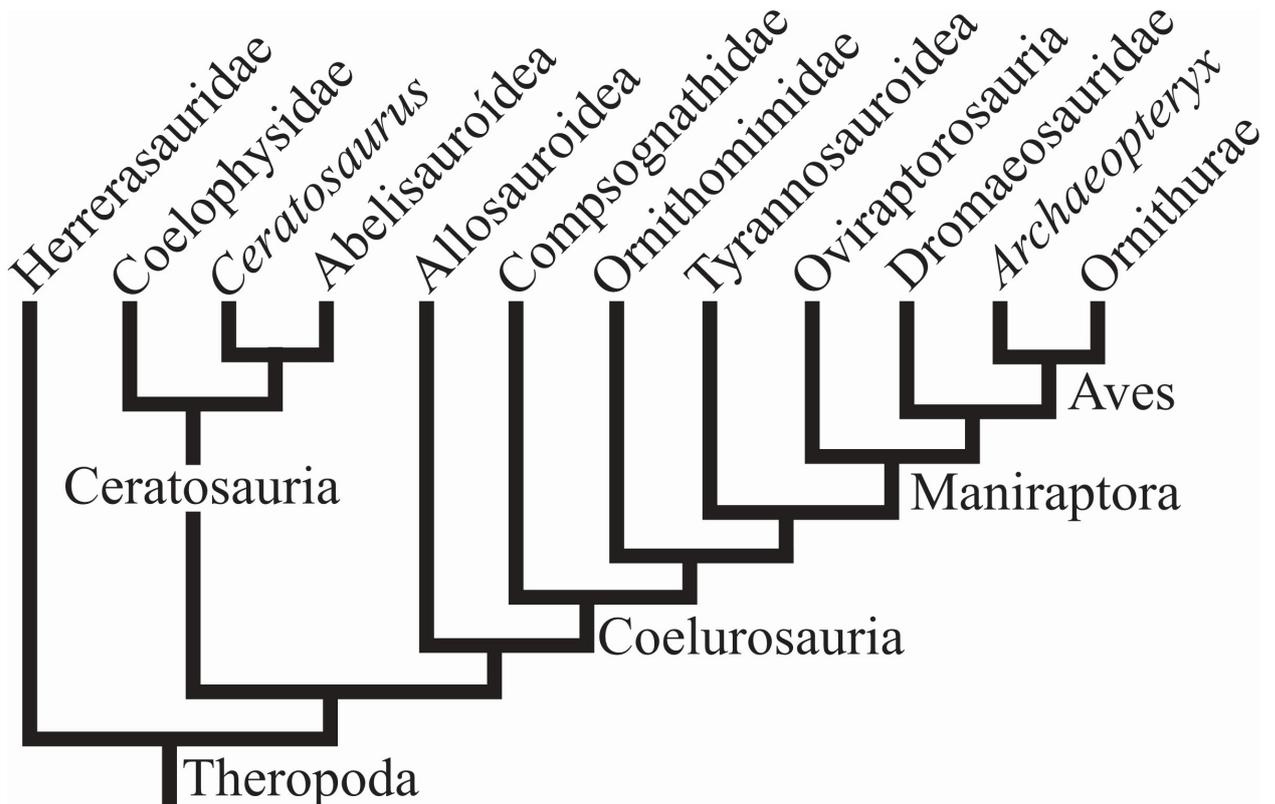
No museu de Santana existe uma réplica completa do esqueleto do *Santanaraptor placidus*. É importante lembrar que o fóssil original foi encontrado de forma incompleto (ísquios, ossos das extremidades posteriores e vértebras da cauda) e hoje está exposto no

Museu Nacional da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009). Informações essas são significativas para se discutir como os fósseis de um modo geral são encontrados pelos cientistas. De acordo Kellner (2015), quando as pessoas se deparam com montagens de dinossauros nos museus têm a falsa impressão de que os fósseis são achados completos e transportados aos museus. Segundo o autor, “Filmes, como a série *Jurassic Park*, também podem ajudar a perpetuar essa noção equivocada ao exibir cenas onde cientistas, munidos apenas de pinceis e trinchas, encontram esqueletos totalmente articulados [...]” (KELLNER, 2015, p. 398).

É possível observar ainda no Museu de Santana um diorama¹⁹, no qual temos uma representação do *Santanaraptor placidus* em seu meio natural. Na encenação, ele divide o espaço com outros animais que são: um *Angaturama limai*, dinossauro cujo fóssil também foi encontrado na região (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009, p. 60), um *Axelrodichthys araripensis* (celacanto) sendo predado pelo *Angaturama limai* e pendurado na parte superior, um pterossauro do gênero *Anhangueridae* “sobrevoadando” o espaço. Mostrar o diorama aos alunos e discutir sobre as cenas mostradas no cenário, é fundamental para que possam ter uma ideia sobre as interações que ocorriam bem como o tamanho dos espécimes. Na Figura 19, temos um cladograma dos terópodes que mostra a posição dos maniraptoriformes grupo do qual o *Santanaraptor placidus* faz parte.

¹⁹ Reconstituição cenográfica presente nos museus com réplicas que retratam espécimes inseridos em seu meio (MARANDINO; SELLES; FERREIRA, 2009).

Figura 19 - Cladograma mostrando as relações filogenéticas dos dinossauros *Theropoda*



Fonte: Adaptado de Candeiro, Martinelli e Vera (2009, p. 26)

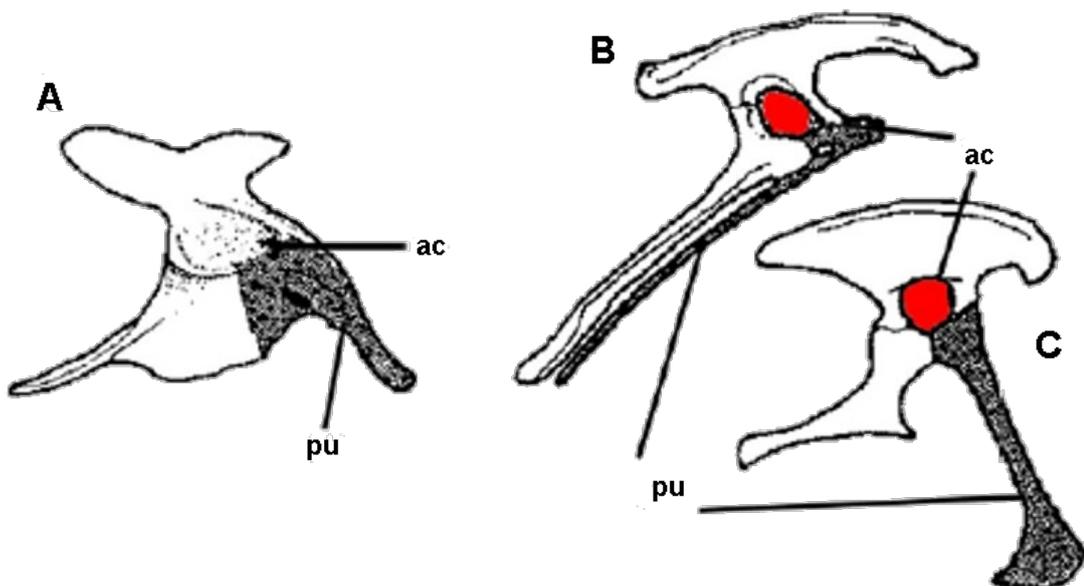
Existem vários fósseis de pterossauros expostos no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA. Pterossauros foram répteis voadores que muitas vezes são erroneamente chamados de dinossauros principalmente pelos meios de comunicação. Segundo Kellner (2015 p. 231), “Existe uma percepção de que se algum animal é grande e está extinto, então se trata de um representante desse grupo, o que não está correto, levando a muitos enganos”. Desse modo, os alunos provavelmente perguntarão a respeito da diferença entre pterossauros e dinossauros. Conseqüentemente, um diálogo pertinente seria diferenciá-los.

Os pterossauros foram répteis voadores e não dinossauros, embora tenham vividos juntos desde o Triássico. No período Cretáceo os pterossauros estavam em declínio (SOARES, 2015). De acordo com Kellner (2015) existem várias diferenças entre eles, porém a principal é que os pterossauros não apresentam acetábulo²⁰ perfurado. Na Figura 20, nota-se que em (B) e (C), a região acetabulária (ac) encontra-se com uma abertura bem desenvolvida e portanto são dinossauros. Já em (A), um réptil que não é um dinossauro, a

²⁰ Uma das principais sinapomorfias dos dinossauros. Trata-se de “[...] um orifício bem desenvolvido na bacia (ou pélvis) na posição onde a perna se encaixa com o corpo” (KELLNER, 2015 p. 232).

região acetabulária (ac) encontra-se fechada. Já entre os próprios dinossauros, a diferença se dá pelo posicionamento do osso do púbis (pu) que divide o grupo em Ornítisquios (B) e Saurísquios (C).

Figura 20 - Região da pélvis de répteis evidenciando (em vermelho) a região acetabular (ac)



Fonte: Kellner (2015, p. 232).

Muitos fósseis de pterossauros são representados apenas por partes das asas ou do crânio. Nesse caso, é oportuno o aluno compreender que dificilmente os paleontólogos encontram fósseis completos sendo necessário, portanto, uma reconstituição para melhor entendimento, principalmente do público leigo. Martine (2013, p. 22), descreve que um fóssil

[...] é algo quase ilegível para o não especialista, e jamais um público leigo, através unicamente de um fóssil, ou de uma descrição científica poderia imaginar o formato do animal dono daqueles vestígios. Quando reconstruído, através de ilustração científica, esse mesmo organismo, “um estranho pedaço de rocha”, passa a ficar mais atraente e então o grande público passa a entender o que ele realmente representa.

Um detalhe importante a ser observado em todo o grupo de *Anhangueridae*, é a presença da expansão da mandíbula pré-maxilar associada provavelmente a um hábito alimentar piscívoro. Essa característica às vezes se encontra presente em alguns pterossauros de outros gêneros com mesmo hábito alimentar. Dessa forma, pode-se constatar uma convergência adaptativa entre esses predadores que sobrevoavam o grande lago da região no

período (BANTIM, 2013). Na Figura 21, temos o fóssil que mostra a asa de pterossauro da espécie *Anhanguera santanae* e sua reconstituição.

Figura 21 - Fóssil da asa do pterossauro *Anhanguera santanae* e sua reconstituição



Fonte: Elaborado pelo autor.

Quanto aos demais fósseis *Axelrodichthys araripensis*, *Dadoxilon benderi*, *Duartenia araripense*, *Ruffordia goeppertii*, *Brachyphyllum obesum*, *Itajuba yansanae* e *Araripia florifera* sugerimos que, durante a fala dos monitores, os alunos façam anotações e registros fotográficos para atividade pós-campo como por exemplo pesquisa em livros, revistas e sites.

Segundo Fernandes (2007), o convívio interativo no museu se dá pela ênfase na fala dos monitores. Esse modelo de exposição didática se aproxima muito das aulas expositivas cabendo ao professor o desafio de inserir os alunos de forma mais participativa. Para Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 149) o professor e/ou o monitor tem importante função em “[...] dar mais ou menos voz aos alunos durante essas atividades”. Desse modo, levando-se em consideração a participação dos alunos, o professor poderá pedir aos alunos que elaborem e/ou respondam a questionamentos. Em termos de propostas temos os seguintes questionamentos: por que as espécies de celacantos, considerados fósseis vivos, conseguiram

sobreviver enquanto outros seres vivos do local foram extintos? Qual teria sido o impacto do surgimento das angiospermas para região? Quais hipóteses poderiam ser levantadas para explicar a extinção das gimnospermas na região? Qual teria sido a importância do surgimento de plantas com sementes na região? Qual a relação da herbivoria com o processo evolutivo de algumas plantas locais?

Em relação aos conteúdos do livro didático, na parte de Ecologia o professor poderá abordar noções básicas de Ecologia, relações tróficas nos ecossistemas (cadeias e teias alimentares), relações ecológicas como competição, canibalismo e predação. Acerca da temática Evolução, destaca-se os conteúdos que tratam sobre evidências evolutivas, processos de fossilização, fósseis e proporções, a idade dos fósseis, tempo geológico, deriva continental, origem dos tetrápodes, extinção dos dinossauros, e pterossauros.

6 CONCLUSÃO

Levando-se em consideração a pertinência da contextualização no ensino da Biologia, o Geopark Araripe apresenta-se como um ambiente de aprendizagem para os conteúdos de Evolução e Ecologia. Pode-se constatar que o livro didático do Ensino médio adotado nas escolas do município de Várzea Alegre – CE que, embora alguns critérios como a relação com o cotidiano, a exploração de concepções alternativas, o uso de imagens que possam ser contextualizadas e a exploração de situações locais, sejam atendidos parcialmente, ainda não são suficientes para contextualização dos conteúdos de Biologia. Desse modo, as temáticas Evolução e Ecologia podem ser abordadas no Geopark do Cariri.

Os geossítios Ponte de Pedra, Pontal de Santa Cruz e Pedra Cariri apreciados em nossa pesquisa mostraram-se como ambientes que reúnem valores diversos tais como científicos (paleontologia, geologia) e culturais entre outros, ambos oportunos ao ensino dessa disciplina de forma interdisciplinar. Esses geossítios dispõem de trilhas com peculiaridade em relação ao solo, clima, vegetação e fauna que se mostram como oportunidades de situações a serem exploradas, sobretudo dentro da temática Ecologia. Além disso, a relevância científica dos fósseis da região, expostos no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri –CE, agrega valores imponderáveis à ciência pela sua quantidade, qualidade e variedade sendo desse modo, um material didático oportuno ao ensino de Biologia na região essencialmente com respeito às temáticas relacionadas Evolução e Ecologia.

Em nosso trabalho procuramos discutir sobre esses ambientes de modo a oferecer a professores e também a alunos informações que possam auxiliar no conhecimento e na elaboração de roteiros para aulas de campo na região. Desse modo, elaboramos como produto educacional uma cartilha com o propósito de ser usada como material didático complementar ao livro didático. É importante ressaltar que o Geopark Araripe se apresenta como um espaço amplo a ser explorado em pesquisas de ensino contextualizado dentro da disciplina Biologia. Além das temáticas Evolução e Ecologia podemos indicar, a título de sugestão, eventuais pesquisas voltados à botânica, sistemática e zoologia.

Dentre as dificuldades encontradas em nossa pesquisa, pautamos a falta de guias/monitores nos geossítios, as limitações ao acesso de alguns geossítios por conta do período de chuvas como foi o caso do geossítio Parque dos Pterossauros. Outros problemas foram observados, como a falta de manutenção das estradas em alguns trechos, como foi o caso do Pontal de Santa Cruz, e a escassez de trabalhos acadêmicos voltados para aulas de campo na disciplina Biologia. Destarte, acreditamos que o nosso trabalho tende a contribuir

de modo significativo a nível de planejamento às visitas de campo, bem como no aporte em discussões acerca de um ensino de Biologia contextualizado.

REFERÊNCIAS

- ALBERTON, Andréia. **O disclosure ambiental das corporações com selo ISE da BM&FBOVESPA nos relatórios contábeis**. 2014. 78 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Contábeis) - Centro Universitário Univates, Lajeado, 2014.
- ALMEIDA, Ivo Torres de. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Minas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.
- ALMEIDA, José Augusto Costa de; BARRETO, Alcina Magnólia Franca. O tempo geológico e a evolução da vida. In: CARVALHO, Ismar de Souza (Ed.). **Paleontologia: conceitos métodos**. 3.ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. p.93-109.
- ALVES, Ana Maria de Souza. et al. Descrição preliminar de um megafóssil de *Duartenia araripensis* da formação Crato (Aptiano), Bacia do Araripe. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PALEONTOLOGIA, 25., 2017. Ribeirão Preto. **Anais...** Ribeirão Preto: Boletim de Resumos. 2017.
- ANDRADE, Rodrigo de Oliveira. Bactérias que preservam fósseis. **Pesquisa Fepesp**, São Paulo, v. 255, p. 46-47, 2017.
- ASSINE, Mario Luís. Análise estratigráfica da Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Geociências**, [S.l.], v.22, n.3, p.289-300, 1992.
- BANDOUK, Antônio Carlos et al. **Biologia: ensino médio**. 3.ed. São Paulo: SM, 2016. 383p. (Coleção Ser Protagonista, v.3.).
- BANTIM, Renan Alfredo Machado. **Preparação, descrição de um novo crânio de pterossauro (reptilia, archosauria) e considerações sobre morfologia craniana dos Anhangueridae**. 2013. 111 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Departamento de Geologia-degeo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.
- BEZERRA, Lireida Maria Albuquerque. **Análise dos impactos socioambientais decorrentes da mineração na Chapada do Araripe-Nova Olinda/Ceará**. 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará –ufc, Fortaleza, 2013.
- BIZZO, Nélio. **Ciências: Fácil ou difícil**. São Paulo: Biruta, 2009.
- BASTOS, Frederico de Holanda et al. A gestão ambiental nas paisagens da Bacia do Araripe no Estado do Ceará. **Confins**, [S.l.], n.29, p.1-62, dez. 2016.
- BOAS, Mariana Pinheiro Vilas. **Património paleontológico do Geopark Araripe (Ceará, Brasil): análise e propostas de conservação**. 2012. 196 f. Dissertação (Mestrado em Património Geológico e Geoconservação) - Escola de Ciências, Universidade do Minho, [s.l.], 2012.

BOAS, Mariana Vilas; BRILHA, José Bernardo R.; LIMA, Flavia Fernanda de. Conservação do patrimônio paleontológico do Geopark Araripe (Brasil): enquadramento, estratégias e condicionantes. **Boletim Paranaense de Geociências**, Paraná, v.70, p.156-165, 2013.

BONATTO, Andréia et al. Interdisciplinaridade no ambiente escolar. In: **Seminário de pesquisa em educação da região Sul**, v.9, p.1-12, 2012.

BONAZZI, Marisa; ECO, Umberto. **Mentiras que parecem verdade**. 9.ed. São Paulo: Summus, 1980. 136p.

BRASIL, Guia do Turismo. **Santana do Cariri - CE**. 2019. Disponível em: <<https://www.guiadoturismobrasil.com/cidade/CE/334/santana-do-cariri>>. Acesso em: 05 mar. 2019.

_____. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica **Orientações Curriculares para o Ensino Médio**. Brasília: MEC,SEF, 2006. v.2.

_____. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: Ministério da Educação, 2000.

_____. Ministério da Educação e dos Desportos. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 1999.

BRILHA, José. **Patrimônio geológico e geoconservação: a conservação da natureza na sua vertente geológica**. Lisboa: Palimage, 2005. 190p.

BRITO, Anderson Camargo Rodrigues. Transformações territoriais no Cariri Cearense: Estado, igreja e organizações populares entre 1889 e 1930. **Revista de Geografia**, Recife, Recife, v.3, n.1, p.50-272, set. 2016.

BRITO, Luiz Sérgio Moreira; PERINOTTO, André Riani Costa. Difusão da Ciência no Geopark Araripe, Ceará, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências, Ufrj**, [S.l.], v.351, n.1, p.42-48, nov. 2012. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 13 set. 2017.

CANDEIRO, Carlos Roberto dos Anjos; MARTINELLI, Agustín Guillermo; VERA, Ezequiel Ignacio. **Os dinossauros do Brasil**. Buenos Aires: El Autor, 2009. 96p.

CARLOS, Jairo Gonçalves. **Interdisciplinaridade no Ensino Médio: desafios e potencialidades**. 2007. 171 f. Dissertação (Mestrado em Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARVALHO, Ismar de Souza; FREITAS, Francisco Idalécio de; NEUMANN, Virgínio. Chapada do Araripe. In: HASUI, Yociteru et al. (Org.). **Geologia do Brasil**. São Paulo: Beca, 2012. p.510-513.

CARVALHO, Marise Sardenberg Salgado de; SANTOS, Maria Eugenia C. Marchesini. Histórico das pesquisas paleontológicas na Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**, Rio de Janeiro, v.28, n.1, p.15-34, 2005.

CASARINO, Jane Eyre; MYNSSEN, Claudine Massi; MESSIAS, Maria Cristina Teixeira Braga. Schizaeales no Parque Estadual do Itacolomi, Minas Gerais, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, [S.l.], v.32, n.4, p.737-748, 2009.

CEARÁ. (Estado.). Equipe Geopark Araripe. Universidade Regional do Cariri (Org.). **Geossítios**: Geossítio Pontal de Santa Cruz. 2019. Disponível em: <<http://geoparkararipe.urca.br/>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

_____. Equipe Geopark Araripe. Universidade Regional do Cariri (Org.). **Geossítios**. 2019. Disponível em: <<http://geoparkararipe.urca.br/>>. Acesso em: 5 mar. 2019.

CEOLIN, Izaura; CHASSOT, Attico Inácio; NOGARRO, Arnaldo. Ampliando a alfabetização científica por meio do diálogo entre saberes acadêmicos, escolares e primevos. **Revista Fórum de Identidades**, Itabaiana, v. 18, n. 9, p. 13-34, 2015.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica**: questões e desafios para a educação. Ijuí: Unijuí, 2000. 432p. (Coleção educação em química.).

CHEVALLARD, Yves. **La transposición didáctica**: del saber sabio al saber enseñado. 3. ed. Madrid: Aique, 1998. 199 p.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; BASTOS, Frederico de Holanda. Potencial geoturístico do Estado do Ceará, Brasil. **Cultur: Revista de Cultura e Turismo**, [S.l.], v.2, p.86-133, 2014.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; MACEDO, Francisco Edigley; BASTOS, Frederico de Holanda. Potencial Geoturístico do Cariri Cearense: O caso do Geopark Araripe. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v.9, n.19, p.146-163, 2015.

FAZENDA, Ivani Catarina Arantes. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 4.ed. Campinas: Papirus, 1994.

FÉLIX, Janaine de Lima. **Perfil etnobilógico (informal) das minas de Nova Olinda, Formação Crato da Bacia do Araripe**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) - Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FERNANDES, Afrânio. **Fitogeografia Brasileira**. Fortaleza: Multigraf, 1998. 339p.

FERNANDES, José Artur Barroso. **Você vê essa adaptação?**: a aula de campo em ciências entre o retórico e o empírico. 2007. 326 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

FERREIRA, Jennyfer Sobreira et al. Desvendando a coleção de Pterossauros do museu de paleontologia da Universidade Regional do Cariri. **Caderno de Cultura e Ciência**, Crato, v.15, n.1, p. 57-71, out. 2016.

FERREIRA, Joyce Clara Vieira et al. Atividade de campo e o ensino de geografia física: Uma proposta de roteiro científico para a Chapada do Araripe, Ceará, NE do Brasil. **Sociedade e Território**, Natal, v.28, n.1, p.174-192, 2016.

FIGUEIREDO, Ranielle Menezes de. **A comunicação expositiva do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri: encontros e desencontros.** 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2016.

FONSECA, Viviane Barneche; BOBROWSKI, Vera Lucia. Biotecnologia na escola: a inserção do tema nos livros didáticos de Biologia. **Acta Scientiae**, Canoas, v.17, n.2, p.496-509, ago. 2015.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** 25.ed. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 54p.

_____. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

_____. **Educação como prática de liberdade.** 40.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967. 150p.

GADOTTI, Moacir. **Qualidade na Educação: uma nova abordagem.** São Paulo: Instituto Paulo Freire, 2013. 36 p.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v.35, n.3, p.20-29, jun. 1995.

GOETZ, Milena Nunes Bernardes; XAVIER, Sérgio Romero da Silva. **Anemiaceae link da Paraíba: riqueza, distribuição geográfica e conservação.** 2015. 34 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Biológicas, Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, João Pessoa, 2015.

GOVERNO, DO ESTADO DO CEARÁ. Secretaria das Cidades. **Geopark Araripe: histórias da terra do meio ambiente e da cultura.** Governo do Estado do Ceará, Crato: SC, 2012. 167p.

GUEDES, Lizandra; DEPIERI, Adriana. Educação e resistência: relato de experiência. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v.32, n.2, p.311-324, ago. 2006.

GUERRA, Antônio Teixeira; GUERRA, Antônio José Teixeira. **Novo dicionário Geológico-Geomorfológico.** 6.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008. 652p.

GUIMARÃES, Mauro. Educação Ambiental crítica. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier. **Identities da Educação Ambiental Brasileira.** Brasília: Gráfica Gutenberg, 2004. p.25-34.

JAPIASSU, Hilton. **O sonho transdisciplinar e as razões da filosofia.** Rio de Janeiro: Imago, 2006.

JONNAERT, Philippe. **Competências e socioconstrutivismo: um quadro teórico.** Lisboa: Instituto Piaget, 2012.

KAPP, Alessandra Miguel et al. Biotecnologia e produção de alimentos: 00630 uma análise a partir da perspectiva CTS nos livros didáticos de Biologia. **Enseñanza de Las Ciencias**, Sevilla, p. 4781-4785, set. 2017.

KELLNER, Alexander Wilhelm Armin. O estudo dos répteis fósseis: cresce a contribuição da ciência brasileira. **Ciência e Cultura, Fap, UNIFESP, SciELO**, [S.l.], v.67, n.4, p.32-39, dez. 2015.

_____. Sim, nós temos dinossauros...e muitos! In: SOARES, Marina Bento (Org.). **A paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto: Editora Imprensa Livre, 2015. Cap. 10. p. 230-261.

_____. Do campo ao laboratório: a viagem de um fóssil. In: SOARES, Marina Bento (Org.). **A paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto: Imprensa Livre, 2015. p.398-418.

_____. Membro Romualdo da Formação Santana, Chapada do Araripe, CE: Um dos mais importantes depósitos fossilíferos do Cretáceo brasileiro. In: SCHOBENHAUS, Carlos et al. (Ed.). **Sítios geológicos e paleontológicos do Brasil**. Brasília: Dnppm, 2002. p.121-130.

KRASILCHIK, Myriam. **Prática de ensino de Biologia**. 4.ed. São Paulo: Edusp, 2008.

LEFF, Enrique. **Epistemologia ambiental**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2002. 240 p.

LIMA, Flaviana Jorge de; SARAIVA, Antônio Álamo Feitosa; SAYÃO, Juliana Manso. Revisão da paleoflora das formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe, nordeste do Brasil. **Estudos Geológicos**, [S.l.], v.2, n.1, p.99-115, 2012.

LIMA, Maria Emília Caixeta de Castro; AGUIAR JÚNIOR, Orlando; CARO, Carmen Maria de. A formação de conceitos científicos: reflexões a partir da produção de livros didáticos. **Ciência & Educação**, Belo Horizonte, v.17, n.4, p.855-871, 2011.

LIMA, Vanuzia Brito; ASSIS, Lenilton Francisco de. Mapeando alguns roteiros de trabalho de campo em Sobral-CE: Uma contribuição ao ensino de geografia. **Revista da Casa da Geografia de Sobral**, Sobral, v.7, n.1, p.109-121, 2005.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educação Ambiental transformadora. In: LAYRARGUES, Philippe Pomier. **Identidades da Educação Ambiental Brasileira**. Brasília: Gráfica Gutenberg, 2004. p.65-84.

MALCHER, Maria Ataíde; COSTA, Luciana Miranda; LOPES, Suzana Cunha. Comunicação da Ciência: diversas concepções de uma mesma complexidade. **Animus. Revista Interamericana de Comunicação Midiática**, [S.l.], v.12, n.23, p.59-84, 25 jul. 2013.

MARANDINO, Martha et al (Org.). **Educação em museus: a mediação em foco**. São Paulo: Geenf, Feusp, 2008. 36p.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009. 216p. (Série Ensino Médio).

MARTINE, Ariel Milani. **Reconstituições de cenários paleoambientais cretácicos**: membro Crato (Formação Santana, Bacia do Araripe) e Formação Adamantina (Bacia Bauru). 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado em Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013).

MEGID NETO, Jorge; FRACALANZA, Hilário. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, Brasília, v.9, n.2, p.147-157, out. 2003.

MELO, Fernando Garcez de. Livro Didático: a construção de uma política educacional e social. **Revista Educação e Emancipação**, São Luís, v.9, n.1, p. 58-79, jun. 2016.

MENDES, Márcia Maria Dias; OLIVEIRA, Gislene Lisboa de. A produção de cartilhas científicas: uma proposta pedagógica sobre sustentabilidade no Ensino Médio. In: CONGRESSO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UEG, 4., 2017, Anápolis. **Anais...** . Anápolis: UEG, 2017. p.1-10.

MIRANDA, Elisangela Matias; FREITAS, Denise de. A compreensão dos professores sobre as interações CTS evidenciadas pelo questionário VOSTS e entrevista. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, Florianópolis, Sc, v.1, n.3, p.79-99, nov. 2008.

MOCHIUTTI, Nair Fernanda et al. Os valores da geodiversidade: geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [S.l.], v.351, n.1, p.173-189, 27 nov. 2012.

MOISÉS, Massaud. **A literatura brasileira através dos textos**. 26.ed. São Paulo: Cultrix, 2012. 664p.

MORAES, Maria Cândida. **O paradigma educacional emergente**. 16.ed. Campinas: Papirus, 2011. 239p.

MORO, Marcelo Freire et al. Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, [S.l.], v.66, n.3, p.717-743, set. 2015.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 23.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2017. 128 p.

_____. **O método 6: ética**. Porto Alegre: Sulina, 2005. 224 p.

_____. **Os sete saberes necessários à educação do futuro**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2000. 118p.

MORIN, Edgar; ALMEIDA, Maria da Conceição de; CARVALHO, Edgar de Assis (Org.). **Educação e complexidade**: os sete saberes e outros ensaios. 4.ed. São Paulo: Cortez, 2007. 104p.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de ciências e Biologia. **Infor**, São Paulo, v.2, n.1, p.2525-3480, mar. 2017.

NUNES, Luis Henrique Marins Nogueira; PIOKER-HARA, Fabiana Curtopassi. Detetive paleontológico: o destino dos fósseis de plantas do Geopark Araripe como ferramenta para o ensino das Geociências. **Terrae Didat.**, Campinas, v.14, n.1, p.5-14, 2018.

NUVENS, Plácido Cidade et al. A coleção de pterossauros do museu de paleontologia de Santana do Cariri, nordeste do Brasil. **Arquivos do Museu Nacional**, Rio de Janeiro, v.60, n.3, p.235-240, 2002.

PEIXE, Paula Dorti et al. Os temas DNA e Biotecnologia em livros didáticos de Biologia: abordagem em ciência, tecnologia e sociedade no processo educativo. **Acta Scientiae**, Canoas, v.19, n.1, p.177-191, fev. 2017.

POLCK, Márcia Aparecida dos Reis et al. **Guia de identificação de peixes fósseis das formações Crato e Santana da Bacia do Araripe**. Rio de Janeiro: Cprm, 2015. 72p.

POZO, Juan Ignacio; CRESPO, Miguel Ángel Gómez. **A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5.ed. São Paulo: Artmed, 2009. 296 p.

REECE, Jane B. et al. **Biologia de Campbell**. 10.ed. Porto Alegre: Artmed, 2015.

RAVEN, Peter Hamilton.; EVERT, Ray Franklin.; EICHHORN, Susan Elizabeth. **Biologia Vegetal**. 8.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

RIBEIRO, Thiago Vasconcelos; GENOVESE, Luiz Gonzaga Roversi. O emergir da perspectiva de Ensino por Pesquisa de Núcleos Integrados no contexto da implementação de uma proposta CTSA no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, Bauru, v.21, n.1, p.1-29, mar. 2015.

RODRIGUES, Antonia Brito; OTAVIANO, Claudia Arcanjo. Guia metodológico de trabalho de campo em Geografia. **Geografia**, Londrina, v.10, n. 1, p.35-43, 2001.

SÁ, Marilde Beatriz Zorzi; SANTIN FILHO, Ourides. Relações entre ciência, tecnologia e sociedade em livros didáticos de química. **Acta Scientiarum. Human And Social Sciences**, [S.l.], v. 31, n. 2, p. 159-166, 13 out. 2009.

SADAVA et al. **Vida: a ciência da Biologia**. 8. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. (Evolução, diversidade e ecologia. v.2.).

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Educação CTS e cidadania: confluências e diferenças. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, [S.l.], v.9, n.17, p.49-62, 2012.

SANTOS, Boaventura de Sousa (Org.). **Conhecimento Prudente para uma vida decente: um discurso sobre as ciências revisitado**. 2.ed. São Paulo: Cortez, 2003.

SCHLICKMANN, Maria Sirlene Pereira. As cartilhas no processo de alfabetização. **Revista Linguagem em (dis)curso**, Santa Catarina, v. 2, n. 1, p. 143-158, 2001.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do Ensino Fundamental. **Ciência & Educação**, [S.l.], v. 10, n. 1, p. 133-147, 2004.

SEVERINO, Antônio Joaquim. **Metodologia do trabalho científico**. 23.ed. São Paulo: Cortez, 2010. 304 p.

SILVA, Marco Antônio. A fetichização do livro didático no Brasil. **Educação & Realidade**, v. 37, n. 3, 2012.

SILVA, Rosemary Severo da; LEVY, Aglaíze Damasceno. Índios Kariri: o grafismo do artefato para a criação de uma fonte tipográfica digital. **Projética**, [S.l.], v. 8, n. 2, p. 29-50, 22 dez. 2017..

SILVA NETO, Basílio. **Perda da vegetação natural na Chapada do Araripe (1975/2007) no Estado do Ceará**. 2013. 186 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

SILVEIRA, Andrea César da et al. Análise de efetividade de manejo do Geopark Araripe: Estado do Ceará. **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 117-128, 2012.

SOARES, Marina Bento. Os fósseis e o tempo geológico. In: _____. (Org.). **A paleontologia na sala de aula**. Ribeirão Preto: Imprensa Livre, 2015. p.103-128.

SOUZA, Marcos José Nogueira de; OLIVEIRA, Vlândia Pinto Vidal de. Os enclaves úmidos e sub-úmidos do semi-árido do nordeste brasileiro. **Mercator: Revista de Geografia da UFC**, Fortaleza, v. 5, n. 9, p. 85-102, 2006.

SOUZA, Romênia Oliveira de; MORAIS, José Micaelson Lacerda. A conjuntura recente do turismo no Cariri cearense. **Cadernos de Cultura e Ciência**, [S.l.], v.12, n.1, p.135-151, jul. 2013.

SUDÉRIO, Fabrício Bonfim; SANTOS, Cristiana de Paula; SILVA, Rafael Bezerra e. Formação do Professor e o ensino de ciências: investigações sobre a importância da contextualização e experiências didáticas na área de Biologia. In: CARDOSO, Nilson de Souza; FRANÇA-CARVALHO, Antonia Dalva (Org.). **Ensino e pesquisa em Ciências e Biologia na Educação Básica**. Teresina: Edufpi, 2014. p.96-120.

TOMASEVICIUS FILHO, Eduardo; CRUZ, Carlos Gabriel Galani; TOMASEVICIUS, Janaina Galani Cruz. Por uma visão interdisciplinar das ciências. **Augusto Guzzo: Revista Acadêmica**, São Paulo, v. 1, n. 19, p.162-172, 2017.

VASCONCELOS, Simão Dias; SOUTO, Emanuel. O livro didático de ciências no ensino fundamental: proposta de critérios para análise do conteúdo zoológico. **Ciência & Educação**, [S.l.], v. 9, n. 1, p.93-104, 2003.

VIVEIRO, Alessandra Aparecida; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. Atividades de campo no ensino das ciências e na educação ambiental: refletindo sobre as potencialidades desta estratégia na prática escolar. **Ciência em Tela**, [S.l.], v. 2, n. 1, p. 1-12, 2009.

WARTHA, Edson José; SILVA, EL da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de química. **Química nova na escola**, [S.l.], v.35, n.2, p.84-91, 2013.

ZANINI, Vinícius Ramalho; PORTO, Filipe Cavalcanti da Silva. O Planejamento e a Aprendizagem a partir de Saídas de Campo nas Disciplinas Ciências e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Águas de Lindóia. **Anais...** . Águas de Lindóia: ENPEC, 2015. p.1-8.

APÊNDICE

APÊNDICE A – Cartilha

O Geopark do Cariri como possibilidade para o ensino em temáticas de Evolução e Ecologia



Francisco Iranildo Diniz
Adervan Fernandes Sousa

Apresentação

Quando viajava para Juazeiro do Norte -CE, o meu filho André, que na época tinha 12 anos, ao ver uma placa na estrada sobre o Geopark Araripe perguntou-me: "Pai, o que é um geossítio". Procurando não me distrair ao volante respondi que era um local de interesse científico, com fósseis, etc. Uma resposta bem simples para quem estava dirigindo. Hoje, ao realizar este trabalho, fico pensando o quão necessário é a pesquisa voltada para o mundo que está a nossa volta expresso muitas vezes em "placas" nas estradas. Situações que não passam despercebidas aos jovens atentos ao mundo. Como afirma Freire (1967), "É fundamental, contudo, partirmos de que o homem ser de relações e não só de contatos, não apenas está no mundo, mas com o mundo".

O Geopark Araripe apresenta-se como um ambiente com potencialidades para a contextualização no ensino da Biologia, principalmente quando levamos em consideração os conteúdos de Evolução e Ecologia. Esta cartilha resulta de um trabalho que procura mostrar o ambiente do Geopark como possibilidades de contextualização no ensino de Biologia nessas temáticas.

Francisco Iranildo Diniz

Sumário

O que é um Geopark?.....	03
Os Geossítios do Geopark Araripe	04
Geossítio Ponte de Pedra	06
Geossítio Pontal de Santa Cruz	10
Geossítio Pedra Cariri	15
O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri - CE ...	20
Referências	25

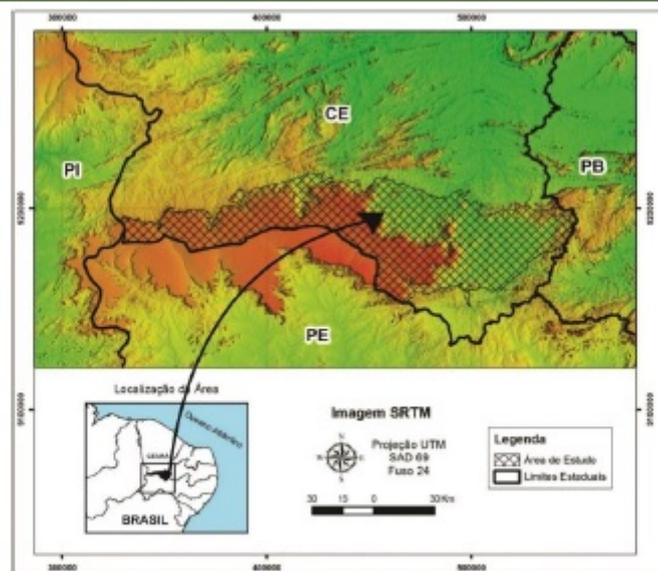
O que é um Geopark?

Geopark é um território com um número significativo de locais chamados geossítios ou geotopos (BRITO; PERINOTTO, 2012).

Possui um território com limites bem definidos e com uma área suficientemente alargada de modo a permitir um desenvolvimento socioeconômico local, cultural e ambientalmente sustentável.

O Geopark Araripe está localizado ao Sul do Estado do Ceará na Bacia Sedimentar do Araripe, a maior do interior nordestino. Foi o primeiro Geopark da América Latina e possui uma área de aproximadamente 3.441 km² (Figura 1). Abrange as cidades de Crato, Juazeiro do Norte, Barbalha, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (MOCHIUTTI *et al.*, 2012).

Geossítio: é um lugar com diversidade geológica bem delimitado geograficamente e que apresente valor singular do ponto de vista científico, pedagógico, cultural e turístico. Ex.: O local chamado Ponte de Pedra.



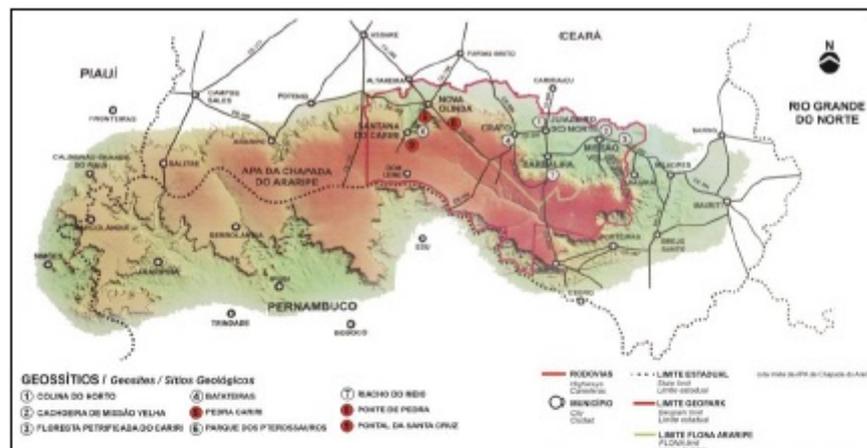
Fonte: Adaptada de Bastos *et al.* (2016)

Figura 1. Localização do Geopark Araripe

Os geossítios do Geopark Araripe

O Geopark do Cariri faz parte da Rede Global de Geoparks protegidos pela UNESCO. Apesar de contar com mais de 50 geossítios, oficialmente possui abertos a visitação somente 9 geossítios espalhados pelos municípios já citados (BRITO; PERINOTTO, 2012).

Podem ser visitados os seguintes geossítios de acordo com Ceará (2019): Batateira, Cachoeira de Missão Velha, Colina do Horto, Floresta Petrificada, Parque dos Pterossauros, Pedra Cariri, Pontal de Santa Cruz, Ponte de Pedra e Riacho do Meio (Figura 2).



Fonte: Adaptado de Ceará (2019)

Figura 2. Geossítios do Geopark Araripe com destaque (em círculos vermelhos) dos geossítios Pedra Cariri (5) Ponte de Pedra (8) e Pontal de Santa Cruz (9)



Foto: Francisco Iramildo Diniz

Geossítio Ponte de Pedra

Um dos mais intrigantes geossítios é o Geossítio **Ponte de Pedra**. Fascina pela beleza encantadora de um verdadeiro monumento natural formada por uma rocha que assume a forma e também a utilidade de uma ponte sobre um afluente do rio Cariús. Foi "esculpida" em arenito da Formação Exu através da erosão provocada pela água durante milhões de anos no Período Cretáceo (CORDEIRO; MACEDO; BASTOS, 2015) (Figura 3).

Essa "obra de arte natural" fica no município de Nova Olinda- CE, no sítio Olho D'água de Santa Bárbara próximo à Rodovia CE-292, cerca de 9 Km da sede do município.

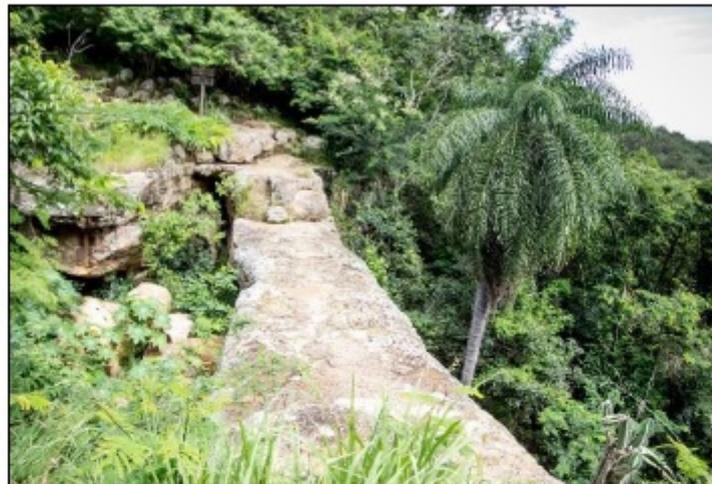


Foto: Francisco Iranildo Diniz

Figura 3. Geossítio Ponte de Pedra

Período Cretáceo: O período Cretáceo ocorreu entre 135 a 65 milhões de anos atrás no final do registro geológico denominado de era Mesozoica

Uma "ponte" para a Biologia e outras disciplinas

O Geossítio Ponte de Pedra é um monumento natural que apresenta possibilidades para o ensino dos conteúdos de Ecologia e Evolução. Dentro na temática Ecologia pode se tratar sobre ecossistemas, abordando os fatores bióticos e abióticos relacionados ao solo e intemperismo, biodiversidade dos biomas cerrado/cerradão, comunidades pioneiras em sucessões ecológicas e relações tróficas nos ecossistemas. Com relação a temática Evolução pode-se abordar por exemplo, adaptação e seleção natural, tempo geológico e dispersão do *Homo sapiens*.

Considerando a interdisciplinaridade, o geossítio apresenta valores culturais importantíssimos ligados à presença dos povos Kariris. Desse modo, pode receber contribuições de outras disciplinas como História, Língua Portuguesa, Sociologia dentre outras. Ainda poderá ser abordado nesse local o potencial de ecoturismo devido ao valor estético que esse geossítio apresenta. O geossítio Ponte de Pedra agrega ainda valores científico, didáticos e culturais (MOCHIUTTI *et al.*, 2012).

Conforme Moro *et al.* (2015) e Silva Neto (2013), a vegetação apresenta-se como Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa (Cerradão) com folhas latifoliadas sendo mais densa em relação a caatinga. Nas trilhas desse geossítio é possível observar a presença de algumas relações ecológicas (Figura 4). Citando alguns exemplos, é possível observar folhas da vegetação parcialmente consumida por um animal, indicando herbivoria, plantas que crescem sobre outras, sem causar-lhe danos, o que caracteriza uma relação chamada de epifitismo. Vale ressaltar, que é possível confundir o epifitismo com outras relações, como o parasitismo, onde uma planta (parasita) cresce sobre outra utilizando os recursos da hospedeira. Também é possível observar situações como o mutualismo onde espécies diferentes se associam trocando benefícios e sociedade onde os indivíduos cooperam entre si apresentando algum grau de divisão de trabalho.

Floresta Subcaducifolia Tropical Xeromorfa: vegetação com folhas latifoliadas (folhas largas) e mais densa em relação a caatinga. Composição florística rica e diferenciada dada às condições de solo profundo e úmido.

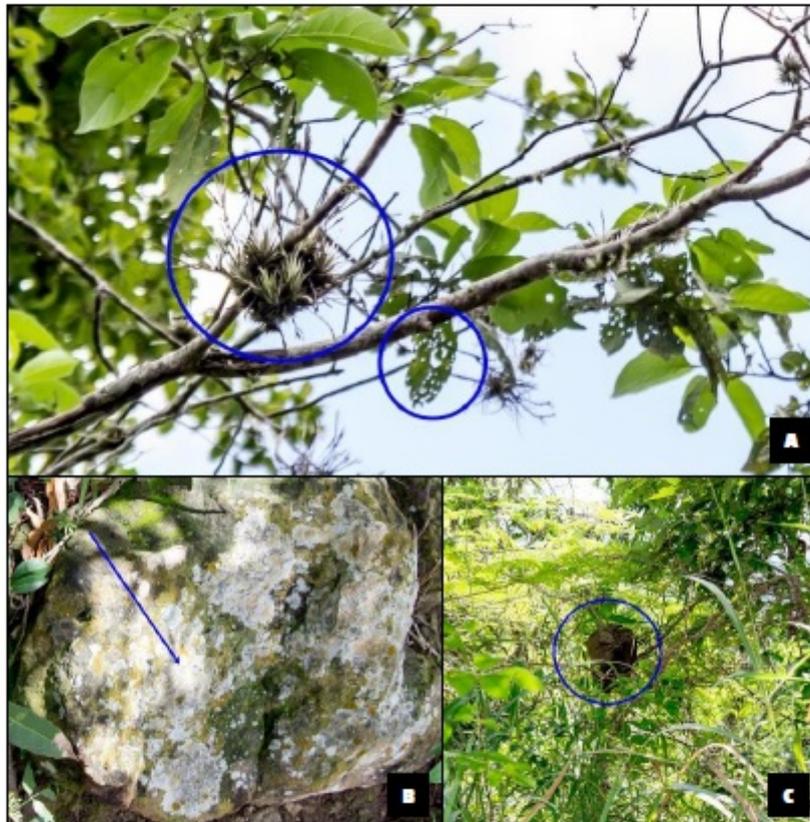


Figura 4. Relações ecológicas observadas no Geossítio Ponte de Pedra: epifitismo -círculo maior e herbivoria - círculo menor (A); mutualismo através de líquens (B) e sociedade representado por cupinzeiro (C)

Você sabia?

A Ponte de Pedra foi usada como meio de travessia sobre o Rio Cariús pelos índios Kariris (MOCHIUTTI *et al.*, 2012). Os mitos e as lendas deixados por esses povos estão fortemente ligados à água e à pedra. A lenda do "Castelo Encantado" que fala sobre o mar que cobriu o sertão lançando um encanto sobre um castelo com todo o seu reinado jardins, pontes e deuses (SILVA; LEVY, 2017).

Do Pontal,
não há nada igual



Foto: Francisco Iranildo Diniz

Geossítio Pontal de Santa Cruz

O Geossítio **Pontal de Santa Cruz** fica em Santana do Cariri - CE a 4 km da sede do município.

O nome do geossítio está ligado lendas e histórias de populares que falam de "fantasmas" que assombravam o lugar justificando a construção de uma capela e de uma cruz (CEARÁ, 2019).

Quanto a composição rochosa, apresenta características dos arenitos da Formação Exu. Tal composição apresenta-se como um tipo de rocha permeável capaz de absorver água das chuvas como uma espécie e esponja que, posteriormente dá origem às nascentes do sopé da Chapada (MOCHIUTTI *et al.*, 2012).

Sopé: Base de uma elevação do terreno. O mesmo que Aba, parte mais baixa de uma montanha.

Na trilha do Pontal

O Pontal de Santa Cruz possui uma trilha de 300 m de percurso (Figura 5) que dá acesso ao topo do geossítio que se encontra a uma altitude de 800 m (CEARÁ, 2019). Do topo, podemos ter uma vista panorâmica de parte da chapada e depressão sertaneja, paisagem muito valorizada pelo turismo local (Figura 6).



Foto: Francisco Iranildo Diniz

Figura 5. Trilha do Pontal de Santa Cruz

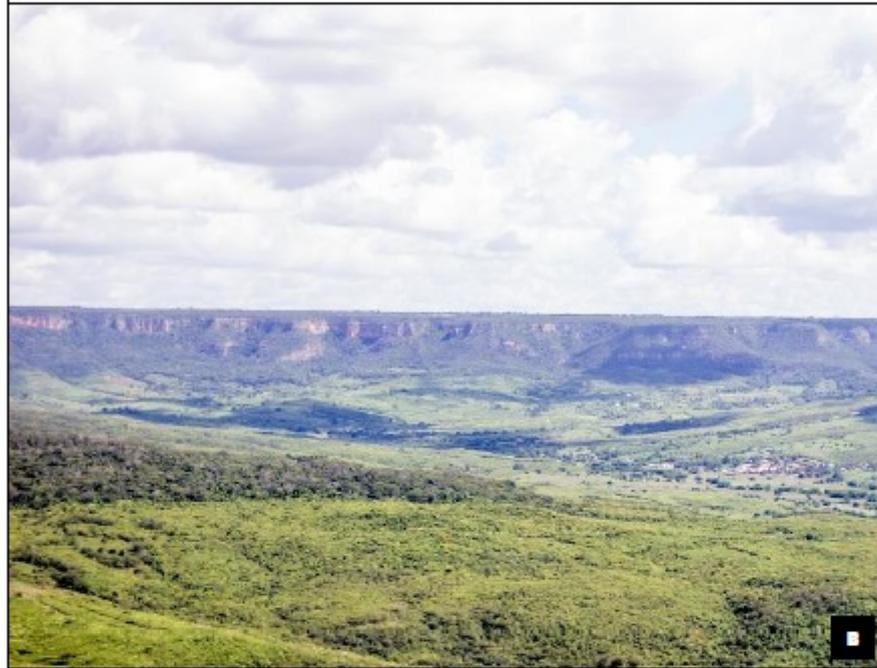
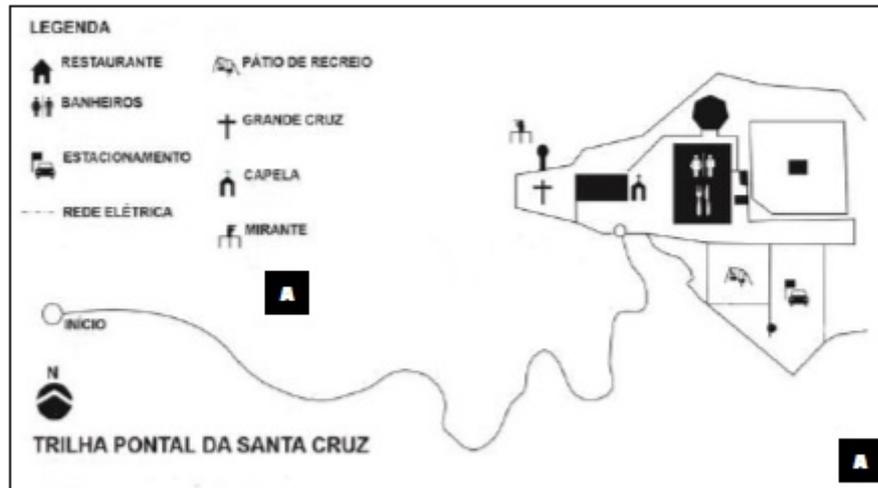


Figura 6. Mapa explicativo do percurso da trilha (A), vista obtida a partir do topo do Geossítio Pontal de Santa Cruz (B)

"Contemplando" a Biologia e outras disciplinas no Pontal de Santa Cruz

Do topo do geossítio Pontal de Santa Cruz é possível ter um vista panorâmica de parte da chapada e depressão sertaneja, paisagens que são muito apreciadas pelos visitantes. Pode-se perceber, a partir dessa visão peculiar, muitas áreas desmatadas. Desse modo, o professor poderá levantar questões a respeito dos impactos das ações antrópicas no ambiente. Questões essas que podem ser fortalecidas com as visões históricas, sociais e econômicas que perpassam o debate acerca dos problemas ambientais. Discussões como essas tendem a incentivar a criticidade de nossos alunos. Como defende Chassot (2000), o desafio de envolver nossos alunos em discussões dos problemas locais são relevantes para se transformar nossas alunas e nossos alunos em mulheres e homens críticos e responsáveis.

A presença de uma capela e uma enorme cruz de metal dá nome ao geossítio, "[...] que segundo a crença popular foi colocada ali para proteger de espíritos que habitam esta área" (MOCHIUTTI *et al.*, 2012, p. 187). Essas informações são pertinentes para envolver nossos alunos na construção do conhecimento em seu contexto local valorizando a cultura e o saber da sua comunidade.

O aspecto de relevo tabular da Chapada em decorrência da porosidade dos arenitos (BASTOS *et al.*, 2016) se apresenta como uma excelente situação para que o professor de Biologia possa tratar sobre ciclos biogeoquímicos (carbono e oxigênio) a partir do ciclo da água, influência da altitude na determinação dos ecossistemas e sucessão ecológica.

É possível discutir ainda o aspecto da distribuição da cobertura vegetal associadas às condições edafoclimáticas. Devido à ocorrência da infiltração, o escoamento superficial é mínimo no topo da chapada e por isso a ação fluvial é praticamente nula em termos de entalhe. Desse modo, o topo da chapada apresenta vegetal de cerrado/cerradão nos setores úmidos, de carrasco nas áreas secas e de mata úmida nas encostas (BASTOS *et al.*, 2016).

Na trilha do pontal, ao se percorrer a encosta da chapada é possível observar os aspectos do Bioma Cerradão com grande presença de cipós. Algumas relações ecológicas são percebidas com facilidade durante o percurso. Como destaque na abordagem sobre relações ecológicas, além de mutualismo e sociedade que também podem ser observadas, temos a relação de parasitismo entre plantas e fungos como no exemplo que mostramos na Figura 7.

Parasitismo: tipo de relação ecológica na qual um organismo, o parasito, se beneficia à custa de outro, o hospedeiro, com o parasito vivendo dentro ou sobre o hospedeiro.



Foto: Francisco Iranildo Diniz

Figura 7. Exemplo parasitismo ente fungos e plantas que ocorrem no Geossítio Pontal de Santa Cruz

É bom saber!

O Pontal de Santa Cruz conta ainda com uma boa infraestrutura contendo estacionamento, restaurante, sanitários e um pátio de recreação infantil. As refeições no restaurante do pontal devem ser reservadas antecipadamente. O acesso por meio de veículo automotor é feito através de uma estrada que passa pelo povoado local (Vila Pontal de Santa Cruz) e contorna a subida da chapada.



Geossítio Pedra Cariri

Mesmo quem não é da terra do "Padim Ciço" (Juazeiro do Norte -CE) região do Cariri, provavelmente já ouviu a expressão "o sertão vai virar mar e o mar vai virar sertão". Dizeres esses que alguns populares da região dizem ser da autoria do padre "milagreiro". No entanto, na literatura atribui-se a frase a outro "Profeta do Sertão", chamado Antônio Conselheiro. Discussões a parte sobre autoria da frase, para a Ciência, a região foi no passado um "mar que virou sertão".

As camadas estratigráficas são verdadeira "páginas" que mostram eventos da história evolutiva do planeta com capítulos especiais em registros paleontológicos através de fósseis que contam um pouco da evolução dos seres vivos em nosso planeta. A região já foi em um passado bem distante, cerca de milhões de anos, ocupada por lagos de água doce (MARTINE, 2013) que foram invadidos pela água do mar em um evento de separação dos continentes africano e americano conhecido por deriva continental.

O Geossítio **Pedra Cariri** (Figura 8) fica na localidade de Pedra Branca no município de Nova Olinda - CE a 3 km da cidade, na margem esquerda da rodovia CE - 255, sentido Nova Olinda - Santana do Cariri- CE. Recebe esse nome por se tratar de um local de extração do Calcário Laminado, popularmente chamado de "Pedra Cariri" (FIGUEIREDO, 2016).



Fotos: Francisco Iranildo Diniz

Figura 8. Estratificações do calcário Laminado (A), placas de calcário laminado ou "Pedra Cariri" dispostas na área do geossítio (B) 15

Graças ao seu grande valor científico, o local recebe frequentemente estudantes e pesquisadores devido à abundância de fósseis do Cretáceo Inferior representando o Membro Crato da Formação Santana (SILVEIRA *et al.*, 2012). Os fósseis dessa região se destacam pelo excelente grau de preservação, grande diversidade e abundância (FELIX, 2017). Na Figura 9, temos o *Dastilbe crandalli* um dos fósseis mais abundantes no local conhecido internacionalmente.

Cretáceo Inferior: compreende o período que vai de 135 a 96 milhões de anos atrás vivendo dentro ou sobre o hospedeiro.

Formação Santana: é uma das camadas geológicas da Chapada do Araripe – CE sendo a mais importante sob o ponto de vista paleontológico por constitui um dos principais depósitos fossilíferos do país.

Membro Crato: uma das divisões da formação Santana que ainda possui o Membro Ipubi e o Membro Romualdo.

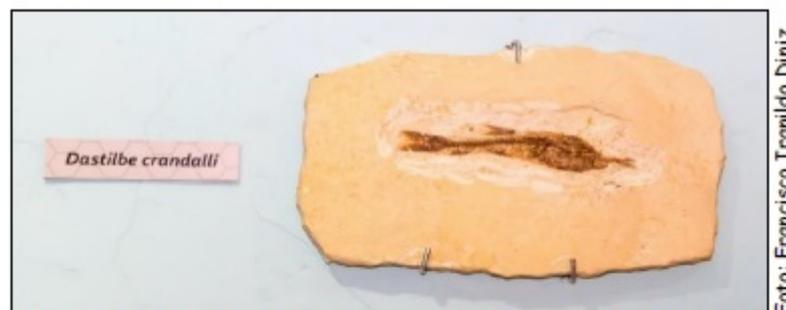


Figura 9. Fóssil de *Dastilbe crandalli* relacionando-se de forma canibalesca exposto no Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/ URCA

Você sabia?

A exploração na mina, traz contribuições à pesquisa científica pois o processo é responsável por viabilizar e possibilitar a descoberta dos fósseis, impondo aos pedreiros, como são chamados os trabalhadores das minas, o papel de escavadores paleontológicos (FÉLIX, 2017).

"Lapidando" a Ecologia, a Evolução e outras disciplinas

No tocante a Biologia, considerando a temática Ecologia, as questões sobre os impactos ambientais por ação antrópica são situações oportunas a serem discutidas na trilha do Geossítio Pedra Cariri. A retirada do solo e da vegetação prejudica diretamente o hábitat de varias espécies causando danos à biodiversidade. A poluição no local prejudica o solo devido a grande quantidade de rejeitos (principalmente pedaços de placas calcárias) e a deposição de líquidos provenientes dos equipamentos usados nas mineradoras tais como óleos, graxas e esgotos sanitários (BEZERRA, 2013).

A poluição atmosférica já causou diversos danos aos recursos hídricos e até a obstrução da rede de abastecimento de água da cidade de Nova Olinda-CE por conta da emissão de partículas decorrentes da mineração do calcário e da gipsita (BEZERRA, 2013). Os poluentes atmosféricos como os Óxidos de Carbono (CO e CO_2), os Óxidos de Nitrogênio (NO_x), entre outros, podem causar sérios danos à saúde humana, de outros animais e plantas. A exemplo disso, Bezerra (2013) cita dados de sua pesquisa com relatos de operários acometidos por varias doenças tais como irritação dos olhos, dificuldade para respirar, dor de cabeça, problemas ligados ao aparelho respiratório, bronquite, pneumoconiose e silicose.

Em concordância aos PCNs, que colocam a Educação ambiental no âmbito dos temas transversais (ZANINI ;PORTO, 2005), o leque de possibilidades para a interdisciplinaridade é vasto com potencialidades para contribuições de disciplinas como geografia, história, sociologia, matemática, química, dentre outras.

Na temática Evolução podem ser tratados conteúdos como: processos de fossilização, especiação, adaptação, seleção natural, tempo geológico, origem dos tetrápodes e extinção dos dinossauros. Esses conteúdos são abordados no livro didático para o Ensino médio na disciplina de Biologia.

É possível explorar ainda mais!

Considerando que para o conhecimento não há "pedras" no meio do caminho, ressaltamos que os geossítios apresentados podem oferecer espaço para aulas de Biologia em outras temáticas como por exemplo botânica, zoologia, sistemática. Também o próprio diálogo entre os conteúdos da mesma disciplina é aproveitável. A exemplo disso, quando relatamos algumas doenças dos operários podemos incluir aí conceitos que perpassam pela bioquímica, citologia etc.



O Museu de Paleontologia de Santana do Cariri -CE

Para enriquecer as visitas à região do Geopark, um lugar indispensável é o Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, conhecido por **Museu de Santana**. Quando falamos indispensável, é por entendermos a importância educacional dos museus como ambientes não-formais de aprendizagem. Como defendem Marandino, Selles e Ferreira (2009, p. 168), "[...] os museus são espaços valiosos para a discussão de elementos relacionados à educação não-formal, como a elaboração de estratégias de ensino [...]". Para Figueiredo (2016, p. 2), museus de paleontologia como de Santana do Cariri "[...] são um legado que nos ajudam a compreender senão toda, boa parte da trajetória de vida na Terra".

A relevância científica dos fósseis da região expostos no Museu de Paleontologia de Santana do Cariri-CE, agregam valores imponderáveis à ciência sendo desse modo, um material didático oportuno ao ensino de Biologia na região essencialmente com respeito às temáticas relacionadas Evolução e Ecologia.

O que posso encontrar no Museu de Santana?

O **Museu de Santana** apresenta uma grande exposição de fósseis que são encontrados na região do Cariri muitos advindos do Geossítio Pedra Cariri. Segundo Cordeiro e Bastos (2014, p. 109), "[...] reúne mais de 7.000 peças fósseis, datadas de períodos geológicos, como o Jurássico e o Cretáceo, entre 145 e 100 milhões de anos atrás." São fósseis de peixes, pterossaurus, moluscos, insetos, vegetais e répteis. Os fósseis se destacam pela nitidez e excelente estado de conservação (FÉLIX, 2017). Além dos fósseis, o museu possui ainda um **diorama** e réplica do esqueleto de um dos dinossauros (Figura 10) que viveu na região o *Santanaraptor placidus* (CANDEIRO; MARTINELLI; VERA, 2009).



Foto: Francisco Iranildo Diniz

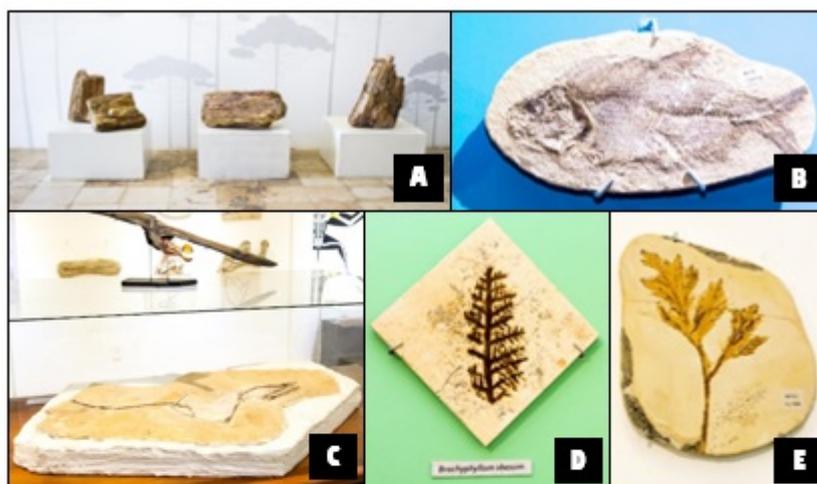
Figura 10. Réplica do esqueleto do *Santanaraptor placidus*

Dioramas: são reconstituições cenográficas presente nos museus com réplicas que retratam espécimes inseridos em seu meio.

"Um Museu de conhecimento" para a Biologia e outras disciplinas

Na área da Biologia, o museu apresenta várias oportunidades de ensino com base nos conteúdos do livro didático. Na parte de Ecologia o professor poderá abordar noções básicas de ecologia, relações tróficas nos ecossistemas (cadeias e teias alimentares), relações ecológicas como competição, canibalismo e predação. Com relação à temática Evolução, destaca-se os conteúdos que tratam sobre evidências evolutivas, processos de fossilização, fósseis e proporções, a idade dos fósseis, tempo geológico, deriva continental, origem dos tetrápodes, extinção dos dinossauros e pterossauros.

Selecionamos a seguir, imagens de alguns fósseis expostos no Museu da Santana. São exemplos da grandiosidade e da qualidade do acervo que pode ser encontrado no Museu (Figura 11).



Fotos: Francisco Iranildo Diniz

Figura 11. Alguns dos fósseis que se encontram expostos no Museu de Santana: troncos de pinheiros fossilizados (A); peixe do gênero *Brannerion sp.* (B); asa de Pterossauro *Anhanguera santanae* (C); folha de planta gimnosperma *Brachyphyllum obesum* (D) e folha de uma samambaia da espécie *Ruffordia goeppertii* (E)

É bom saber

O Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri/URCA, popularmente conhecido por Museu de Santana, fica o no município de Santana do Cariri-CE, Rua: Plácido Cidade Nuvens, 326. Horário de visitas: Das terças aos sábados nos horários das 9h às 16h, domingos e feriados das 9h às 14h, sendo fechado às segundas-feiras.

Buscando Conhecimento

Encontre as palavras escondidas no caça-palavras

Vertical

1. RUFFORDIA
2. PEDRA CARIRI
3. BRACHYPHYLLUM

Horizontal

1. PONTE DE PEDRA
2. MUSEU
3. ARARIPE
4. ANHANGUERA
5. DASTILBE CRANDALLI
6. SANTANARAPTOR
7. PONTAL DE SANTA CRUZ
8. KARIRI
9. GEOPARK
10. GEOSSÍTIO

R	S	R	O	U	L	L	E	H	D	W	H	S	E	S	O	L	W	H	E	R	U
W	E	D	P	O	N	T	E	D	E	P	E	D	R	A	U	L	O	E	E	B	N
D	E	E	N	R	R	I	T	E	O	I	G	H	M	U	S	E	U	D	A	R	S
G	U	R	T	H	A	H	O	T	B	D	R	D	T	S	S	E	E	A	S	A	B
W	D	O	S	Y	R	E	A	N	R	R	H	I	U	S	D	R	E	T	M	C	L
E	S	C	A	I	E	S	U	S	U	B	T	E	H	I	H	T	B	P	E	H	E
A	O	D	A	I	R	H	I	S	F	D	L	A	R	A	R	I	P	E	W	Y	W
A	F	Y	E	H	T	E	H	I	F	E	H	W	H	D	N	F	S	D	H	P	S
F	T	L	O	Y	R	E	H	Y	O	A	N	H	A	N	G	U	E	R	A	H	T
E	I	F	H	I	R	Y	A	T	R	D	S	N	N	P	G	R	J	A	A	Y	I
O	S	Y	I	T	S	W	I	A	D	N	O	L	E	T	A	T	R	C	C	L	H
L	O	O	T	S	D	A	S	T	I	L	B	E	C	R	A	N	D	A	L	L	I
L	N	A	S	A	N	T	A	N	A	R	A	P	T	O	R	N	T	R	O	U	D
L	P	O	N	T	A	L	D	E	S	A	N	T	A	C	R	U	Z	I	H	M	A
E	T	U	K	A	R	I	R	I	F	G	E	O	P	A	R	K	N	R	R	A	N
R	A	W	E	M	E	H	T	R	H	T	G	E	O	S	S	Í	T	I	O	A	O

Construção do Conhecimento

- 1) Imagine a seguinte situação: um casal de amigos e seus dois filhos adolescentes estarão vindo de Fortaleza para visitá-lo. O pai é biólogo, a mãe está cursando história e os filhos são estudantes do Ensino Médio. A fim de proporcionar um momento especial você os convidará para conhecer no Geopark Araripe os geossítios Ponte de Pedra, Portal de Santa Cruz, Pedra Cariri e ainda visitar o Museu de Santana. De que modo você descreveria esses locais a fim de despertar o interesse de seus amigos? Escreva um texto dissertativo falando da importância científica e cultural que esses locais oferecem.
- 2) Utilizando imagens de satélites através de ferramentas de sensoriamento remoto disponíveis na *internet*, procure fazer o mapeamento dos geossítios Ponte de Pedra, Pontal de Santa Cruz e Pedra Cariri.

Referências

BASTOS, Frederico de Holanda *et al.* A gestão ambiental nas paisagens da Bacia do Araripe no Estado do Ceará. **Confins**, [s.l.], n. 29, p. 1-62, 11 dez. 2016. OpenEdition. <http://dx.doi.org/10.4000/confins.11509>.

BEZERRA, Lineida Maria Albuquerque. **Análise dos impactos socioambientais decorrentes da mineração na Chapada do Araripe-Nova Olinda/Ceará**. 2013. 140 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geografia, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará -ufc, Fortaleza, 2013.

BRITO, Luiz Sérgio Moreira; PERINOTTO, André Riani Costa. Difusão da Ciência no Geopark Araripe, Ceará, Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [s.l.], v. 351, n. 1, p.42-48, 27 nov. 2012. Instituto de Geociências - UFRJ. http://dx.doi.org/10.11137/2012_1_42_48. Disponível em: < <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. > Acesso em: 13 set. 2017.

CANDEIRO, Carlos Roberto dos Anjos; MARTINELLI, Agustín Guillermo; VERA, Ezequiel Ignacio. **Os dinossauros do Brasil**. Buenos Aires: El Autor, 2009. 96 p.

CEARÁ. Equipe Geopark Araripe. Universidade Regional do Cariri (Org.). **Geossítios: Geossítio Pontal de Santa Cruz**. 2019. Disponível em: <<http://geoparkararipe.urca.br/>>. Acesso em: 7 mar. 2019.

CHASSOT, Attico. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2000. 432 p. Coleção educação em química.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; BASTOS, Frederico de Holanda. Potencial geoturístico do Estado do Ceará, Brasil. **Cultur: Revista de Cultura e Turismo**, [s.l.], v. 2, p.86-133, 2014.

CORDEIRO, Abner Monteiro Nunes; MACEDO, Francisco Edigley; BASTOS, Frederico de Holanda. Potencial Geoturístico do Cariri Cearense: O caso do Geopark Araripe. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 9, n. 19, p. 146-163, 2015.

FÉLIX, Janaine de Lima. **Perfil etnobiogeográfico (informal) das minas de Nova Olinda, Formação Crato da Bacia do Araripe**. 2017. 72 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geologia, Departamento de Geologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017.

FIGUEIREDO, Ranielle Menezes de. **A comunicação expositiva do Museu de Paleontologia da Universidade Regional do Cariri: Encontros e desencontros.** 2016. 111 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Museologia e Patrimônio, Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro - Unirio, Rio de Janeiro, 2016.

FREIRE, Paulo. **Educação como prática de liberdade.** 40. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967. 150 p.

MARANDINO, Martha; SELLES, Sandra Escovedo; FERREIRA, Marcia Serra. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009. 216 p. (Série Ensino Médio).

MARTINE, Ariel Milani. **Reconstituições de cenários Paleoambientais Cretácicos: Membro Crato (Formação Santana, Bacia do Araripe) e Formação Adamantina (Bacia Bauru).** 2013. 131 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Geociências, Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013.

MOCHIUTTI, Nair Fernanda *et al.* Os Valores da Geodiversidade: Geossítios do Geopark Araripe/CE. **Anuário do Instituto de Geociências - Ufrj**, [s.l.], v. 351, n. 1, p. 173-189, 27 nov. 2012. Instituto de Geociências - UFRJ. http://dx.doi.org/10.11137/2012_1_173_189.

MORO, Marcelo Freire *et al.* Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará. **Rodriguésia**, [s.l.], v. 66, n. 3, p.717-743, set. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/2175-7860201566305>.

SILVA, Rosemary Severo da; LEVY, Aglaíze Damasceno. Índios Kariri: o grafismo do artefato para a criação de uma fonte tipográfica digital. **Projética**, [s.l.], v. 8, n. 2, p. 29-50, 22 dez. 2017. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/2236-2207.2017v8n2p29>.

SILVA NETO, Basílio. **Perda da vegetação natural na Chapada do Araripe (1975/2007) no Estado do Ceará.** 2013. 186 f. Tese (Doutorado) - Curso de Geografia, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

SILVEIRA, Andrea César da *et al.* Análise de efetividade de manejo do Geopark Araripe: Estado do Ceará. **Geociências**, São Paulo, v. 31, n. 1, p. 117-128, 2012.

ZANINI, Vinícius Ramalho; PORTO, Filipe Cavalcanti da Silva. O Planejamento e a Aprendizagem a partir de Saídas de Campo nas Disciplinas Ciências e Biologia. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA, EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 10., 2015, Aguas de Lindóia. **Anais...** . Aguas de Lindóia: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2015. p. 1 - 8.



APÊNDICE B - Análise do Livro Didático

1) Referência:

2) Contextualização:

- a) Há introdução do conteúdo relacionando-o à situações do cotidiano de modo que contribua para a reflexão, curiosidade, interesse e compreensão do assunto a ser abordado?

- b) Possibilita explorar as concepções alternativas dos alunos?

- c) As imagens permitem uso de contextualização?

- d) A abordagem do conteúdo permite exemplos de situações locais?

APÊNDICE C - *Chek List* para Visita ao Museu e Geossítios

1	Localização	
2	Informações sobre os horário de funcionamento	
3	Telefones ou e-mail para contatos	
4	Monitores ou guias	
5	Interação do visitante ao acervo	
6	Transporte	
7	Cartazes ou folders com informações do local	
8	Roteiro para visita	
9	Caderno para anotações	
10	Máquina fotográfica	