

Detetive paleontológico: o destino dos fósseis de plantas do *Geopark* Araripe como ferramenta para o ensino das Geociências

PALEONTOLOGIC DETECTIVE: THE DESTINY OF PLANT FOSSILS FROM THE ARARIPE *GEOPARK* AS A TOOL TO GEOSCIENCE TEACHING

LUIS HENRIQUE MARINS NOGUEIRA NUNES^{1,2}, FABIANA CURTOPASSI PIOKER-HARA^{1,3}

1- PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM ENSINO E HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS DA TERRA, UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS. CAMPINAS - SÃO PAULO.

2- EMAIL: LUIS.NUNES427@GMAIL.COM

3- EMAIL: FPIOKER@USP.BR

Abstract: The goal of this work is to present a catalogue of fossil plants collected in *Geopark* Araripe and a educational game based on it. We indicated the macrofossils depositories of that Geopark, aiming to facilitate further Paleobotanic studies and to spread the scientific divulgation of this important paleoflora. We based the catalogue on bibliographic and scientific databases research. We found 140 specimens belonging to 34 clades (taxonomic groups). Most of the plant fossils collected in the mentioned *Geopark* is deposited at Natural History Museum of Berlin, followed by Institute of Geosciences of University of São Paulo. The catalogue was used to develop a “PERFIL®” style game, intended for elementary students. This game explores concepts of interpretation, logic, biology and Geosciences knowledge from a interdisciplinary perspective. This is achieved using hints to relate the fossil history with the taxon evolution and the museum where the fossil is deposited. Finally, we hope to contribute to divulgation and conservation of the botanical fossil records from that *Geopark*.

Manuscrito:

Recebido: 12/12/2016

Corrigido: 10/01/2018

Aceito: 14/02/2018

citation: Nunes L.H.M.N., Pioker-Hara F.C. 2018. Detetive paleontológico: o destino dos fósseis de plantas do Geopark Araripe como ferramenta para o ensino das Geociências. *Terræ Didática*, 14(1):05-14. URL: <http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>.

Keywords: Geopark, Araripe, Palaeobotany, Scientific divulgation

Introdução

De acordo com a Rede *Global Geopark Network* (GGN), proposta pela Unesco, e com o Serviço Geológico do Brasil¹, um *Geopark* é uma região geograficamente limitada voltada à Geoconservação¹. A Geoconservação tem o objetivo de preservar os componentes que estão em destaque na geodiversidade e que representam as unidades do patrimônio geológico (Pereira 2010). Dentro de uma visão holística de proteção e preservação ambiental, um *Geopark* deve incentivar a promoção do geoturismo, das culturas locais, de projetos educacionais e do desenvolvimento econômico da comunidade envolvida com o Parque, de forma sustentável (Bacci et al. 2009, Vilas-Boas et al. 2012, CPRM 2016).

O *Geopark* do Araripe é o único do Brasil que possui o selo da UNESCO, estando integrado à GGN. Localizado no nordeste Brasileiro, na porção sul do Estado do Ceará e entre os municípios de Barbalha, Crato, Juazeiro do Norte, Missão Velha, Nova Olinda e Santana do Cariri (Fig. 1),

1 www.globalgeopark.org. Acessado em 10/12/2016.

contém uma área de 3.796 km² e está quase por inteiro na bacia sedimentar do Araripe (Vilas-Boas et al. 2012).

Do ponto de vista paleontológico, o *Geopark* do Araripe abriga um importante registro fóssilífero, tanto de animais como de vegetais. Antes da criação do *Geopark*, o tráfico de fósseis era um problema recorrente na região, desde o contrabando de peças para colecionadores particulares até sua extração para a confecção de objetos de decoração (Vilas-Boas 2012), comprometendo potencialmente o conhecimento científico que esses registros poderiam gerar².

A implantação do *Geopark* e, sobretudo, do Museu da Universidade Federal Rural do Cariri (MP-URCA), veio dar a importância devida ao potencial científico do registro fóssilífero cretácico da Bacia do Araripe, tanto em relação à curadoria do acervo quanto em relação à divulgação da importância desse registro (Onary-Alves et al. 2015, Vilas-Boas 2012).

2 Documentário Peixeiros - A história do tráfico de fósseis no Cariri. Universidade Rural do Cariri, 2016.

No que tange à divulgação, há uma grande representação do registro fóssil de animais, principalmente de vertebrados (“peixes”, dinossauros, pterossauros, crocodilomorfos, tartarugas, etc.), dado o apelo que esse tipo de registro tem junto ao grande público. No entanto, o registro paleobotânico da Bacia do Araripe, embora pouco divulgado e pouco conhecido pelo público geral, é de suma importância para a compreensão da evolução das plantas, principalmente as do grupo das “gimnospermas” e das angiospermas. Achados fósseis da Formação Crato datados do Albiano/Aptiano (125–100 milhões de anos atrás) foram fundamentais para corroborar que esse intervalo de tempo foi o da alta diversificação das angiospermas (Mohr e Friis 2000). Assim, as reconstruções dos paleoambientes desse período auxiliaram a compreensão da história evolutiva dos vegetais e, conseqüentemente, das relações ecológicas pretéritas.

Boa parte do registro fóssil de interesse científico de plantas coletadas na região do *Geopark* encontra-se, hoje, depositada na coleção do MP-URCA, incluindo troncos petrificados por silicificação. Um número expressivo de exemplares, no entanto, encontra-se depositado em museus espalhados pelo Brasil e exterior (Vilas-Boas 2012), incluindo aqueles adquiridos de contrabandistas de fósseis, extraídos nos últimos 20 anos. Ainda que a aquisição de material contrabandeado pelos museus tenha, de certa forma, impedido seu contrabando para fins não científicos e o conseqüente desaparecimento do conhecimento, a pulverização dos materiais pelo mundo dificulta tanto a pesquisa paleobotânica como a divulgação científica. Parte dos exemplares fósseis de plantas depositado nos museus consta apenas dos livros de tombo de cada museu, tornando seu rastreamento bastante dificultoso. A localização dos depósitos dos exemplares fósseis estudados se encontra registrada em artigos científicos e outros materiais acadêmicos, mas de forma pulverizada e restrita apenas aos táxons examinados nos trabalhos específicos. Falta ainda uma centralização dos registros que facilite o rastreamento do local de depósito dos materiais coletados.

Nesse sentido, a digitalização dos acervos e a compilação das informações em bancos de dados digitais tem facilitado o acesso à informação acerca dos espécimes vegetais e fósseis depositados nos museus. Um esforço internacional vem sendo realizado, também, no sentido da unificação de bases de dados internacionais de dados taxonômicos, e muitos museus têm aderido ao esforço, tornando

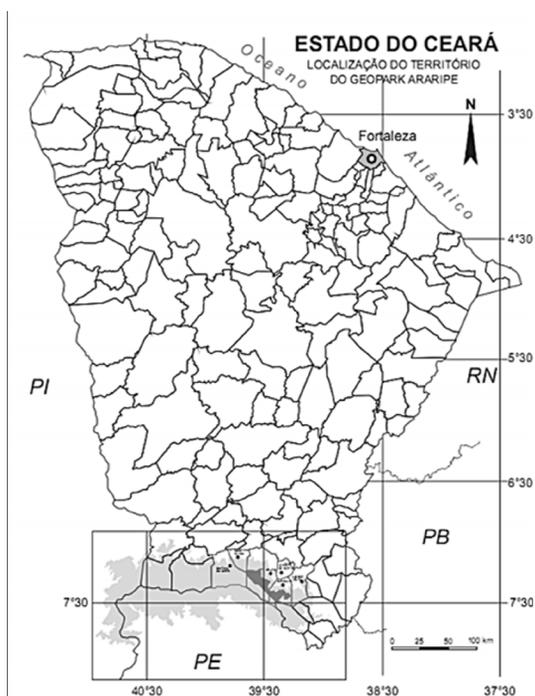


Figura 1. Mapa de localização do Geopark do Araripe (Adaptado de <http://Geoparkararipe.org.br/documentos/> Acesso 12.mai.2017)

a informação mais acessível aos pesquisadores. O Brasil, apesar da abundância de materiais coletados, tem uma participação ainda tímida nessas bases de dados, representada pelo esforço individual de pesquisadores e grupos de pesquisa na alimentação do registro. Os dados são em geral dispersos pelas publicações e bases de dados, principalmente no que se refere ao local de coleta das amostras.

A ausência de uma centralização na informação de destino dos materiais fósseis coletados na área do *Geopark* Araripe dificulta, por exemplo, a pesquisa científica pelo tempo investido no rastreamento dos holótipos. Além disso, torna o conhecimento dos fitofósseis ainda mais obscuro para o grande público, que permanece alheio tanto à existência desses registros oriundos da região do *Geopark*, como de sua importância para a comunidade científica internacional e do destino dos exemplares coletados.

Do ponto de vista do combate ao tráfico de fósseis, além da centralização e disponibilização da informação de interesse científico, é necessário que se faça um trabalho de divulgação acerca da importância do registro fóssil. Uma forma de se promover a divulgação científica é através do trabalho com o público escolar, por meio de ferramentas lúdicas que despertam nos estudantes o interesse pelo acervo e pela evolução das plantas.

Este trabalho faz parte de um projeto de mestrado em andamento que tem, por objetivo, promover

a divulgação do acervo paleobotânico oriundo do *Geopark* do Araripe e das pesquisas em paleobotânica realizadas no local. Para isso, foi desenvolvido um catálogo contendo a informação do local de depósito das amostras de fósseis vegetais coletadas na região do *Geopark*. Este catálogo pretende ser um facilitador dos conhecimentos paleobotânicos entre os pesquisadores e também um meio de divulgação do acervo científico do *Geopark*. Parte das informações utilizadas no catálogo serviu de base para a elaboração de um jogo didático no estilo “PERFIL®”, voltado a alunos do ensino fundamental. O jogo explora conceitos de interpretação, morfologia, lógica, anatomia, história, geografia, biologia e geociências de forma interdisciplinar, através de dicas associativas da história do material fóssilífero, da evolução do táxon e do local onde o exemplar encontra-se depositado.

Metodologia

Elaboração do catálogo

A construção do catálogo foi feita a partir de pesquisa bibliográfica. Foi considerado apenas o registro de material vegetativo e reprodutivo. O registro palinológico não foi incluído neste trabalho.

O presente trabalho se iniciou a partir das espécies indicadas na lista de Lima et al. (2012). A partir desse trabalho, foi feita uma pesquisa dos registros bibliográficos em que essas espécies apareceram, incluindo as citadas em Lima et al. (2012), registrando-se a coleção em que o material fóssil foi depositado para cada espécime. O local de depósito do material de todas as espécies citadas no trabalho de Lima et al. (2012) foi rastreado na literatura, através da pesquisa não apenas nas referências do artigo, como também naquelas levantadas nas bases de dados do Google Acadêmico, Web of Science, GBIF e Brazilian Flora Project 2020, utilizando como palavras-chave “paleobotânica” e as localidades que compõem a região do *Geopark*. Todos os materiais depositados em museus cujos registros encontravam-se publicados até 2015 foram considerados neste trabalho.

Elaboração do jogo

O catálogo foi utilizado para a elaboração de um jogo didático voltado a alunos do ensino fundamental, que tem por objetivos: 1) Divulgação do acervo paleobotânico do *Geopark* e dos museus

científicos que receberam esse acervo; 2) promoção do conhecimento científico sobre paleobotânica, botânica, ecologia e de evolução de forma divertida, lúdica, interativa e interdisciplinar; 3) Valorização e reconhecimento da região do *Geopark* do Araripe.

O jogo constitui-se de perguntas associadas entre três grupos de cartas (as dos museus de paleontologia do Brasil e do Mundo, as dos fósseis de plantas do *Geopark* do Araripe e as plantas atuais, associados aos grandes grupos filogenéticos destes fósseis).

Para sua validação, o jogo foi aplicado a uma turma do sexto ano da Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Joviniano Barreto, na cidade de Juazeiro do Norte - CE, localizada dentro da área do *Geopark* do Araripe. Antes da aplicação do jogo, foi pedido aos alunos que respondessem a um questionário contendo as seguintes questões: “Você conhece ou já ouviu falar do *Geopark* do Araripe? O que sabe sobre ele?” e “Você acha que as plantas do passado eram iguais ou diferentes às plantas de hoje?”. Depois dos alunos jogarem, um novo questionário foi aplicado, com as questões: “Você acha que as plantas do passado eram iguais ou diferentes às plantas de hoje?”; “Você gostou do jogo?”; “Você acha que o jogo pode despertar interesse em outras pessoas sobre a região?”.

Resultados e discussão

Catálogo

A pesquisa bibliográfica resultou num total de 140 exemplares levantados, correspondentes a 34 grupos taxonômicos (clados). Desses, 14 pertencem a clados de angiospermas, 20, a clados de “gimnospermas”, e um, a um clado de “pteridófita” (Tabela 1). As aspas em gimnospermas e pteridófitas justificam-se por esses grupos serem tradicionalmente utilizados na nomenclatura paleobotânica, mas não corresponderem a grupos naturais de acordo com as pesquisas mais recentes de sistemática filogenética (Judd et al. 2009).

Dentre os museus que receberam o material fóssil da região do Araripe, destaca-se o Museu de História Natural de Berlim, com representantes de 20 dos 34 clados listados, seguido das coleções do Instituto de Geociências, com amostras de 15 clados, sendo, boa parte, parátipos do material depositado em Berlim (Tabela - material suplementar). Quando um grupo taxonômico é descrito pela primeira vez, um espécime é designado como

referência para o grupo, e é chamado de holótipo. Ao conjunto de espécimes descrito juntamente ao holótipo dá-se o nome de parátipo. Os Museus de História Natural de Senckenberg em Frankfurt, Alemanha e de Paris, na França, também aparecem entre os destinos internacionais das amostras coletadas na região do *Geopark*.

Das coleções nacionais, destacam-se a do Departamento Nacional de Produção Mineral, com amostras de cinco clados, e do Departamento de Biologia Animal e Vegetal da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, com representantes de quatro clados. A coleção da Universidade Regional do Cariri, a mais próxima da região do *Geopark*, apareceu na literatura como destino de amostras de apenas dois clados. Outras coleções nacionais que receberam amostras de materiais coletados na região do *Geopark* foram: acervo de paleontologia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais e o Museu de Paleontologia de Monte Alto (para referências, ver Tabela - material suplementar).

A Organização das Nações Unidas recomenda que ao menos uma amostra do material coletado em um país seja depositada em uma coleção científica daquele país (Coiffard et al. 2013). A maioria da literatura pesquisada traz registro de materiais depositados no Museu de História Natural de Berlim, Alemanha, possivelmente por ser o local de origem dos pesquisadores que se dedicam há anos ao estudo da paleoflora do Araripe. Cabe ressaltar, porém, que boa parte do material depositado nas coleções internacionais são resultantes de material contrabandeado e comprado ilegalmente ao longo dos últimos 20 anos. Nesse sentido, o fortalecimento do MP-URCA para recebimento de exemplares e incremento do acervo pode ter um papel central no combate ao tráfico de fósseis.

Adicionalmente, programas de internacionalização que incentivem a colaboração de pesquisadores nacionais com estrangeiros auxiliam o estabelecimento de um intercâmbio saudável de materiais científicos, garantindo o cumprimento da recomendação da ONU. A internacionalização é maior nos programas de universidades públicas paulistas, como a Universidade de São Paulo (USP). Assim, parte da série típica (parte dos parátipos) nos museus estrangeiros é depositada nas coleções da USP.

Do ponto de vista da divulgação científica, a força das pesquisas realizadas na universidade e a rede de colaborações que ela estabelece acabam se refletindo na qualidade da informação divulgada e

na capilaridade da divulgação. O Instituto de Geociências da USP, por exemplo, mantém um museu voltado à divulgação científica, com acervo e oficinas sobre fósseis e réplicas destinados a professores e alunos da educação básica. Porém, para que a divulgação científica e o próprio acervo não sejam restritos ao público da região Sudeste, e para que a população do local de origem do material coletado possa ser beneficiada com os frutos das pesquisas, é preciso fortalecer as universidades dessas regiões, tanto em relação a políticas de incentivo à pesquisa como o incentivo à divulgação. Nesse sentido, a criação da Universidade Regional do Cariri é um marco importante para a regionalização e descentralização das pesquisas acerca dos fósseis localizados na região do *Geopark*, assim como a sua participação na rede de discussão sobre a implantação de novos geoparques pelo mundo e no Brasil, de forma pioneira, no Araripe (Bacci et al. 2009).

A Universidade Regional do Cariri mantém o museu de paleontologia em Santana do Cariri, CE, destinado à pesquisa e divulgação científica, e tem importância chave na divulgação do acervo fóssil descoberto na região do *Geopark*. Além disso, na cidade de Crato - CE, existe o Escritório Regional do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), antigo museu de fóssil, que possui importante valor para o *Geopark* e o conhecimento dos fósseis da região. O DNPM ajuda na preservação, divulgação, manutenção e diminuição do tráfico de fósseis na região, realizando vistorias, controlando e fiscalizando o exercício das atividades de mineração da região do *Geopark* do Araripe, servindo de base para proteção e preservação de fósseis encontrados nas minerações e auxiliando as pesquisas na área de geociência e divulgação científica da região, somando cerca de 4.000 peças de fósseis (Pássaro et al. 2017, Nogueira et al. 2012, Sales et al. 2009a, Sales et al. 2009b).

A maior parte do acervo do MP-URCA é composta de fósseis de animais, que chamam mais a atenção e cativam mais facilmente o público. O acervo paleobotânico, contudo, é fundamental para a compreensão dos paleoambientes onde esses animais viveram, permitindo a reconstrução de cenários e a contextualização ecológica dos animais representados nos fósseis. Analisando o destino do acervo paleobotânico registrado na literatura, vemos que o material que retorna à região depois de conhecidas e publicadas suas informações é ainda muito restrito.

Tabela 1. Lista dos macrofósseis de material paleobotânico coletado na região do Geopark Araripe publicados na literatura. Identificação, clado ao qual está incluído e proximidade filogenética aos grupos atuais (existentes).

Espécie	Clado	Planta atual de clado próximo ou relacionado
<i>Araripia florifera</i>	Magnoliophyta	Angiospermas
<i>Araucaria cartellei</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Araucaria sp.</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Araucariostrobus sp.</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Araucarites vulcanoi</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Brachyphyllum castilhoi</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Brachyphyllum insigne</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Brachyphyllum obesum</i> Heer	Coniferales	Coníferas
<i>Cariria orbiculiconiformis</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Cratopteris fertilis</i>	Caytoniales	“monilóphytas” com sementes, possivelmente relacionadas às angiospermas
Não identificada	Nymphaeales	Ninfeias
<i>Cearania heterophylla</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Choffatia francheti</i>	Angiosperma	Angiosperma
<i>Cratonia cotyledon</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Cratosmilax jacksoni</i>	Liliales (Smilacaceae)	Salsaparrilha
<i>Duartenia araripensis</i>	Cheirolepidiaceae	Coniferales
<i>Endressinia brasiliana</i>	Magnoliales	Fruta-do-conde, magnólia (angiospermas)
<i>Ephedra paleoamericana</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Frenelopsis sp.</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Hexagyne philippiana</i>	Angiospermas: Piperales	Pimentas-do-reino, aristolóquia
<i>Iara iguassu</i>	Angiosperma	Angiosperma aquática não relacionada a famílias conhecidas
<i>Itajuba yansanae</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Jaguariba wiersemaniana</i>	Nymphaeaceae	Ninfeias
<i>Klitzchophyllites flabellatus</i>	Monocotyledoneae	Monocotiledôneas
<i>Lindleycladus sp.</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Novaolindia dubia</i>	“Gymnosperma”	Provavelmente relacionado a “gimnospermas” atuais
<i>Pluricarpellatia peltata</i>	Nymphaeales	Ninfeias
<i>Podozamites lanceolatus</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Pseudofrenelopsis capillata</i>	Coniferales	Coníferas
<i>Ruffordia goeppertii</i>	Schizaeales: Anemiaceae	Monilophytas
<i>Schenkeriphyllum glanduliferum</i>	Magnoliales, relacionada a Magnoliaceae	Magnólias
<i>Spixiarum kipea</i>	Araceae	Araceae (antúrios)
<i>Tomaxellia biforme</i>	Coniferales: Coniferopsida: Heirolepidiaceae	Coníferas
<i>Welwitschiella austroamericana</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Welwitschiophyllum brasiliense</i>	Gnetales	Gnetos
<i>Welwitschiostrobus murili</i>	Gnetales	Gnetos

Nesse sentido, o jogo desenvolvido a partir da catalogação das informações permite não apenas que os estudantes conheçam os fósseis de plantas e suas relações com espécies atuais, mas também que reflita sobre a importância do incentivo à pesquisa na fonte de origem dos dados.

O Jogo: organização e regras

O jogo, voltado a alunos do ensino fundamental, foi pensado para jogar em grupos de quatro a seis alunos e necessita de um mediador. Em uma sala com mais de 30 alunos, o mediador pode organizar de forma que um ou outro grupo tenha sete ou mais alunos, sem atrapalhar o desenvolvimento da atividade.

O material todo está gratuitamente disponível no site <http://luisnune3.wixsite.com/jogosdidaticos> e é composto de um tabuleiro (Fig. 2) e um pacote de fichas de dicas pertencentes a três grupos: “Sou um fóssil” (Fig. 3A), “Sou uma planta atual” (Fig. 3B) e “Sou um museu” (Fig. 3C). As fichas contêm perguntas associativas e uma série de dicas. Cada grupo contém ainda uma série de fichas específicas, que trazem as informações necessárias para que os jogadores façam as associações (Fig. 4). O jogo traz ainda uma árvore filogenética simplificada das plantas utilizadas, permitindo inferir os grandes agrupamentos a que os fósseis estão relacionados (Fig. 5).

O objetivo do jogo é associar o exemplar fóssil (extinto) ao táxon recente (existente) relacionado filogeneticamente, além de descobrir em que museu o exemplar está depositado. Dessa forma, pretende-se que os estudantes reflitam acerca da evolução das plantas e da importância das coleções científicas. Convém que o mediador, preferencialmente o professor da turma, faça uma contextualização prévia sobre o tema do jogo, abordando brevemente aspectos e conceitos que os alunos podem não ter familiaridade. Um conjunto de slides abordando o tema do jogo faz parte do conjunto de materiais disponibilizados.

O mediador deve organizar a sala de aplicação do jogo em grupos. Cada grupo deve escolher uma cor de pino e um “líder”, sendo este o representante de seu grupo, que receberá um pacote com todas as cartas (8 de fósseis, 9 de museus e 9 de plantas atuais, além da árvore filogenética). O pino de cada grupo deve ser colocado no início do tabuleiro.

As fichas de dicas devem ser sorteadas, para que possa cair sempre em uma das três categorias

(museu, fóssil ou planta atual). Após ser feito o sorteio da ficha de dicas, o mediador deve informar a sala dizendo qual categoria ela se encontra, dizendo: “Sou um Museu”, “Sou um fóssil” ou “Sou uma Planta atual”. O primeiro grupo deve escolher uma dica de 1 a 10. Assim que o mediador fala a dica para o grupo, este terá um tempo de um minuto para analisar as cartas que possui e tentar decifrar a qual fóssil, museu ou planta atual se refere aquela ficha. Se o grupo errar, é a vez do próximo grupo pedir uma próxima dica e repetir o processo até acertar. O grupo que acertar a ficha andará 15 casas no tabuleiro.

Dentro de cada categoria, existem outras orientações que não são dicas sobre a carta (Pule a vez, passe a vez, volte, troque de lugar, vá para o mais próximo e avance), para conferir maior ludicidade ao jogo. No decorrer do jogo, o mediador pode conversar com os alunos sobre temas como a paisagem no tempo que aqueles fósseis eram plantas vivas, podendo levar os grupos a associar questões como clima, quantidade de água, incidência solar, inferidas pelas características morfológicas dos fósseis ou das plantas. O Jogo acaba quando um grupo chegar no final, quando os jogadores se tornam “paleontólogos”.

Aplicação do jogo

O jogo foi aplicado como teste a uma turma de 30 alunos do 6º ano (6ºB), ocupando três aulas de 50 minutos (uma para o preenchimento do primeiro questionário e contextualização do tema do jogo e duas para a aplicação do jogo e segundo questionário). A aplicação do jogo e dos questionários foi feita mediante coleta de assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido pelo gestor escolar.

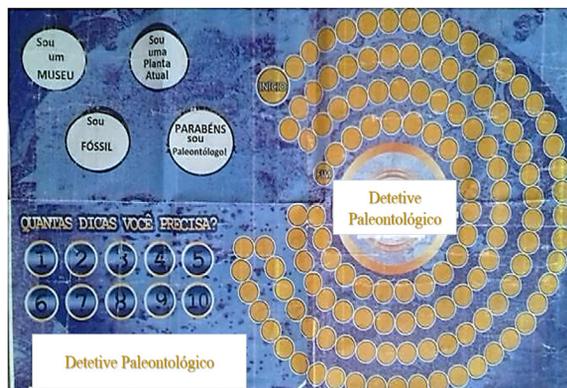


Figura 2. Imagem do tabuleiro, adaptado do jogo original comercial “Perfil@”

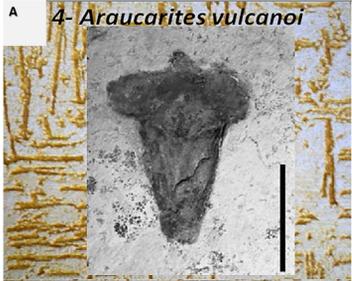
Dos 30 alunos, 26 responderam ao primeiro questionário. Desses, 14 responderam desconhecer o *Geopark* e quatro relataram já ter ouvido falar, mas sem especificar algo a respeito. Dois alunos mencionaram a existência de fósseis no *Geopark*, um relatou ter visitado a região e apenas um mencionou que são feitas expedições científicas na região. Esses números indicam um grande desconhecimento da importância do *Geopark* pelas crianças, apontando a importância de trabalhos de divulgação junto à população residente. Mesmo entre as crianças que associaram o *Geopark* à existência de fósseis, essa associação foi bastante vaga e superficial, tendo um aluno mencionado saber que existe um dinossauro enterrado no local.

Em relação à questão sobre a modificação das plantas ao longo do tempo, apenas cinco alunos (19%) responderam achar que as plantas do passado eram diferentes das atuais. O restante respondeu no pré-questionário achar que as plantas eram iguais, tendo um, inclusive, respondido achar que elas sempre foram iguais. Já no pós-questionário, das 14 respostas obtidas, seis mencionaram achar que as plantas eram diferentes (43%), sendo que desses, quatro haviam respondido achar que eram iguais no pré-questionário. Do ponto de vista do ensino de ciências, a atividade demonstrou potencial para promover a mudança conceitual nos jogadores. Para Ausubel et al. (1980), o fator mais importante influenciando o aprendizado é aquilo

4- <i>Araucarites vulcanoï</i> - Coniferales		A - Ficha: Coniferales:	A. Museu de Ciências Natural da Pontifícia da Universidade Católica de Minas Gerais (PUC - Minas)
Diga que eu sou um fóssil	Diga que sou uma planta atual		Diga que sou um Museu
Dicas:			
<ol style="list-style-type: none"> Olá, eu sou uma Gimnosperma Meu fóssil é só uma pequena parte de mim, e é bem semelhante a uma semente de araucária. Volte duas casas Troque de lugar com o último colocado, se for o último, avance 5 casas Pule a vez Pertencem ao grupo da Coniferas Depois que me acharam em Crato, me colocaram em dois museus e os dois são do Brasil. Um dos meus parentes atuais é o pinhão (<i>Araucaria angustifolia</i>). Sou parente da Araucária Minha noxa o que você está fazendo aí? Volte ou avance para a casa do jogador mais próximo. 	<ol style="list-style-type: none"> Sou uma Gimnosperma, muito alta, minha semente é conhecida como pinhão.. Eu sou uma planta que não possui flores A minha semente é comestível O Grupo na qual eu pertencem possui folhas escleromórficas (reduzidas, que me ajudam a economizar água e nutrientes) Geralmente possuo folhas com nervuras uninervadas, com apenas uma nervura. Um dos meus ancestrais foi encontrado no Geopark do Araripe com apenas a sua semente. Pule a vez Volte 5 casas Troque de lugar com o último jogador, se você for o último, avance 5 casas. Sou uma planta lenhosa, geralmente muito alta, e possui grande importância econômica pela utilização da minha madeira. 	<ol style="list-style-type: none"> Troque de lugar com o último jogador, se você for o último, avance 5 casas. Volte 5 casas Aqui eu abrigo um único fóssil do Geopark do Araripe, <i>Araucarites vulcanoï</i>, uma gimnosperma parente das Araucárias. Estou no Brasil Aqui está um fóssil de Gimnosperma Sou um museu de uma universidade Católica. Pule a vez Avance 3 casas Minha localização é em Minas Gerais Volte 2 casas 	
A	B		C

Figura 3. Exemplo de ficha de dica dos grupos “Sou um fóssil” (A); “Sou uma planta atual” (B); “Sou um museu” (C)

A 4- *Araucarites vulcanoï*



Grupo: Coniferales -Gimnosperma

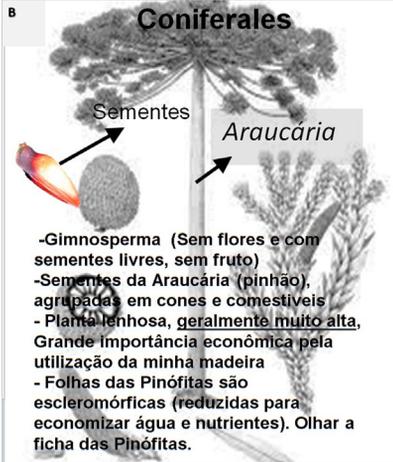
Um dos meus descendentes é Araucária

Tamanho: 4 cm de comprimento

Características em comum com as sementes da Araucária (pinhão).

Museus: 1 - Acervo de paleontologia da Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2 - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

B Coniferales



-Gimnosperma (Sem flores e com sementes livres, sem fruto)

-Sementes da Araucária (pinhão), agrupadas em cones e comestíveis

- Planta lenhosa, geralmente muito alta, Grande importância econômica pela utilização da minha madeira

- Folhas das Pinófitas são escleromórficas (reduzidas para economizar água e nutrientes). Olhar a ficha das Pinófitas.

C



Seja Bem Vindo ao Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais

Quando você for visitar o Museu de Ciências Naturais da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-Minas), não esqueça de conhecer o seguinte fóssil: *Araucarites vulcanoï*, uma gimnosperma com características das Araucárias que apesar de ter um nome estranho, você acredita que ele foi encontrado no Geopark do Araripe?

Figura 4. Exemplo de ficha específica de fósseis (A), plantas atuais (B) e museus (C)

ÁRVORE FILOGENÉTICA DOS FÓSSEIS DE PLANTAS COLETADAS NO GEOPARK DO ARARIPE

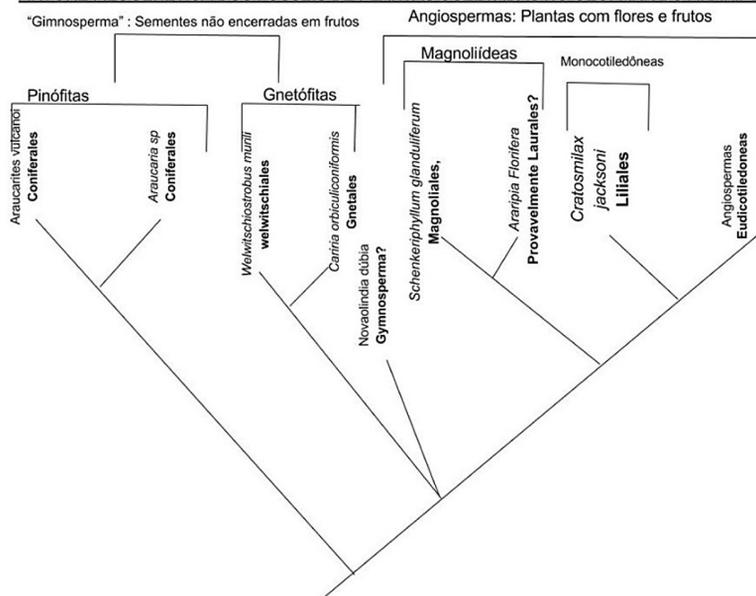


Figura 5: Árvore filogenética simplificada das plantas abordadas no jogo

que o aprendiz já sabe, e um novo conhecimento só fará parte da estrutura cognitiva do aprendiz, se encontrar ancoragem nessa estrutura, podendo o aprendiz aceitar ou rejeitar o novo conhecimento. Dessa forma, observar a mudança na resposta das crianças depois da atividade indica que o jogo pode ser útil como ferramenta para o ensino de conceitos evolutivos também, além de servir para a divulgação da importância científica do *Geopark*.

Quanto ao aspecto lúdico do jogo, 13 das 14 crianças que responderam afirmaram ter gostado do jogo, tendo uma deixado a resposta em branco. Todas ainda responderam achar que o jogo ajuda a despertar interesse sobre a região.

A partir das respostas obtidas e da observação da dinâmica durante a aplicação da atividade, alguns ajustes foram feitos, tais como separação de cartas por categorias e aquisição de réplicas de fósseis para auxiliar na contextualização do tema para as próximas turmas. O jogo será aplicado para outras seis turmas de 6º a 9º ano dessa mesma escola.

Considerações finais

A organização das informações dos macrofósseis da paleoflora do Araripe visou facilitar a pesquisa científica, reunindo os registros dispersos em dezenas de publicações em uma mesma base de dados. Dessa forma, pretende-se reunir, em uma mesma fonte, as referências sobre o local de destino dos holótipos depositados nos diversos museus.

As informações reunidas no catálogo foram ainda utilizadas como ponto de partida para a construção de um jogo que pretende instigar, nos jogadores, a curiosidade sobre os fósseis de plantas coletados no Araripe e seus locais de destino, despertando neles a importância do acervo fóssil para o conhecimento científico. Esperamos, assim, contribuir tanto para a divulgação científica e preservação do patrimônio fóssil do *Geopark* Araripe, como para o avanço da pesquisa paleobotânica.

Agradecimentos

Agradecemos à equipe de bibliotecários e estagiários das bibliotecas do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo e da Universidade Estadual de Campinas pelo apoio na pesquisa e acesso aos periódicos; ao Dr. Marcos R. Hara, à Ma. Enyd Bentivoglio e à Ma. Ana Paula Mateucci Milena pelos comentários e sugestões; à equipe gestora, professores e alunos da Escola Municipal de Ensino Fundamental Monsenhor Joviniano Barreto pelo apoio à aplicação da atividade; e aos dois revisores anônimos pelos comentários e sugestões. Apoio financeiro: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES - bolsa de mestrado ao primeiro autor).

Referências

- Ausubel D.P., Novak J.D., Hanesian H. eds. 1980. *Psicologia educacional*. Rio de Janeiro: Interamericana.
- Bacci D.D.L.C., Piranha J.M., Boggiani P.C., Del Lama E., Teixeira W. 2009. Geoparque: Estratégia de Geoconservação e Projetos Educacionais. *Geologia USP*, 5: 07-15
- Coiffard C., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2013. The Early Cretaceous Aroid, *Spixiarum kipea* gen. et sp. nov., and implications on early dispersal and ecology of basal monocots. *Taxon*, 62(5):997-1008.
- CPRM. Serviço Geológico do Brasil. 2016. *Gestão territorial: Geoparques*. URL: <http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Geoparques-134>. Acesso 02.ago.2016.
- Judd W.S., Campbell C.S., Kellogg E.A., Stevens

- P.F., Donoghue M.J. 2009. *Sistemática Vegetal: Um Enfoque Filogenético*. São Paulo: Artmed.
- Lima F.J., Saraiva A.Á.F., Sayão J.M. 2012. Revisão da Paleoflora das Formações Missão Velha, Crato e Romualdo, Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil. *Estud. Geol.*, **22**(1):99-115.
- Mohr B.A., Friis E.M. 2000. Early angiosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil), a preliminary report. *Int. J. Plant Sci.*, **161**(S6):155-167.
- Nogueira L.L.M., Sales A.M.F., Hessel M.H., Neto J.N. 2012. Divulgação dos Fósseis da Bacia do Araripe (Nordeste do Brasil). Dissemination of the fossils from the Araripe Basin (Northeastern Brazil). In: Henriques M.H., Andrade A.I., Quinta-Ferreira M., Lopes F.C., Barata M.T., Pena dos Reis R., Machado A. eds. 2012. *Para aprender com a Terra: memórias e notícias de geociências no espaço lusófono*. Coimbra: Imprensa da Universidade de Coimbra. p. 177-184.
- Onary-Alves S.Y., Becker-Kerber B., Valentin P.R., Pacheco M.L.A.F. 2015. O conceito de geoparque no Brasil: reflexões, perspectivas e propostas de divulgação. *Terræ Didactica*, **11**(2):94-107.
- Pássaro E.M., Hessel M.H., Neto J.D.A.N. 2017. Principais acervos de paleontologia do Brasil. *Anuário Inst. Geoc. UFRJ*, **37**(2):48-59.
- Pereira R.G.F.D.A. 2010. *Geoconservação e desenvolvimento sustentável na Chapada Diamantina (Bahia-Brasil)*. Braga: Ciências Especialidade Geologia, Univ. do Minho. (PhD Thesis).
- Sales A.M.F., Leite K.J.G., Siebra M.A.R., Teixeira P.H.R., Santos A.M.B. 2009a. Divulgação da Paleontologia no Ambiente Médio na Cidade do Crato: Estágios Curriculares do Curso de Ciências Biológicas da Urca. In: Reunião Anual SBP, 2008, Aracaju. *Anais...* Aracaju, Soc. Bras. Paleontologia. Resumos:12.
- Sales A.M.F., Santos A.M.B., Teixeira P.H.R., Leite K.J.G., Batista M.E.P., Andrade J.A.F.G. 2009b. Roteiros de Campo da Disciplina de Paleontologia da URCA e Incremento do Paleoturismo no território do Geopark Araripe: Cariri cearense. In: Reunião Anual SBP, 2008, Aracaju. *Anais...* Aracaju, Soc. Bras. Paleontologia. Resumos: 13.
- Vilas-Boas M.P. 2012. *Patrimônio paleontológico do Geopark Araripe (Ceará, Brasil): análise e propostas de conservação*. Braga: Univ. Minho. (MSc. Dissert.).
- Vilas-Boas M.P., Lima F., Brilha J.B. 2012. Conservation of the palaeontological heritage of Araripe Geopark (Ceará, Brazil): threats and possible solutions. *Geol. dell'Amb.* **1**:87-88.
- Coiffard C., Mohr B.A.R., Bernardes-de-Oliveira M.E.C. 2014. Hexagyne philippiana gen. et sp. nov., a piperalean angiosperm from the early Cretaceous of northern Gondwana (Crato Formation, Brazil). *Taxon*, **63**(6):1275-1286.
- Coiffard C., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2013. The Early Cretaceous Aroid, Spixiarum kipea gen. et sp. nov., and implications on early dispersal and ecology of basal monocots. *Taxon*, **62**(5):997-1008.
- Dilcher D.L., Bernardes-De-Oliveira M.E., Pons D., Lott T.A. 2005. Welwitschiaceae from the Lower Cretaceous of northeastern Brazil. *Am. J. Bot.* **92**(8):1294-1310.
- Duarte L. 1985. Vegetais fósseis da Chapada do Araripe, Brasil. *Colet. Trab. Paleont.* **27**:585-617.
- Duarte L. 1993. Restos de Araucariáceas da Formação Santana, Membro Crato (Aptiano), NE do Brasil. *An. Acad. Bras. Ciênc.*, **65**:357-362;
- Fanton J.C.M. 2007. *Novas Gimnospermas e possível Angiosperma da Paleoflora Crato, Eocretáceo da Bacia do Araripe, Nordeste do Brasil*. São Paulo: Inst. Geoc., Univ. de São Paulo / USP. (MSc. dissertation).
- Fanton J.C.M., Branco F.R., Dilcher D., Bernardes-de-Oliveira M.E.C. 2006. Iara, A new genus of aquatic angiosperm from the Crato Paleoflora (Lower Cretaceous, Santana Formation, Araripe Basin, Northeastern Brazil). In: VII Simpósio do Cretáceo do Brasil / I Simpósio do Terciário do Brasil. 2006. *Boletim. Rio Claro*, **25**(2):211-216.
- Kerckhoff M.L.; Dutra T.L. 2007. Uma nova Ehpdraceae (Gnetales) da Bacia do Araripe, Cretáceo Inferior, Brasil. Vilela C. G.; Batista Neto J. A.; Figueira B. O. *Paleontologia: Cenários de Vida*. Rio de Janeiro. Editora Interciência. 1:243-250.
- Kunzmann L., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2004. Gymnosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). I. Araucariaceae and Lindleycladus (incertae sedis). *Fossil Rec.* **7**(1):155-174.
- Kunzmann L., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira, M.E. 2007. *Novaolindia dubia* gen. et sp. nov. an enigmatic seed plant from the Early Cretaceous of northern Gondwana. *Rev. Palaeob. Palynol.* **147**(1):94-105.
- Kunzmann L., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira, M.E. 2009. *Cearania heterophylla* gen. nov. et sp. nov. a fossil gymnosperm with affinities to the Gnetales from the Early Cretaceous of northern Gondwana. *Rev. Palaeob. Palynol.*, **158**(1):193-212.
- Kunzmann L., Mohr B.A., Bernardes-de-Oliveira M.E., Wilde V. 2006. Gymnosperms from the Early Cretaceous Crato Formation (Brazil). II. Cheirolepidiaceae. *Fossil Rec.* **9**(2):213-225.
- Kunzmann L., Mohr B.A., Wilde V., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2011. A putative gnetalean gymnosperm *Cariria orbiculiconiformis* gen. nov. et spec. nov. from the Early Cretaceous of northern Gondwana. *Rev. Palaeob. Palynol.* **165**(1):75-95.
- Lima F.J., Saraiva A.A., Silva M.A. D., Bantim R.A., Sayao J.M. 2014. A new angiosperm from the Crato Formation (Araripe Basin, Brazil) and comments on the Early Cretaceous Monocotyledons. *An. Acad. Bras. Cienc.* **86**(4):1657-1672.
- Mohr B.A.R., Bernardes-de-Oliveira M.E.C., Loveridge R., Pons D., Sucerquia P.A., Castro-Fernandes M.C. 2015. *Ruffordia goeppertii* (Schizaceales, Anemiaceae) – a common fern from the Lower Cretaceous Crato Formation of northeast Brazil. *Cret. Res.*, **54**:17-26.
- Mohr B.A., Coiffard C., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2013. Schenkeriphyllum glanduliferum, a new magnolialean angiosperm from the Early Cretaceous of Northern Gondwana and its relationships to fossil and modern Magnoliales. *Rev. Palaeob. Palynol.* **189**:57-72.
- Mohr B.A., Friis E.M. 2000. Early angiosperms from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil), a preliminary report. *Int. J. Plant Sci.* **161**(S6):155-167.

- Mohr B.A., Schultka S., Süss H., Bernardes-de-Oliveira M.E. 2012. A new drought resistant gymnosperm taxon *Duartenia araripensis* gen. nov. et sp. nov. (Cheirolepidiaceae?) from the Early Cretaceous of Northern Gondwana. *Palaeontogr. Ab.* **289**:1-25.
- Mohr B., Bernardes-de-Oliveira M.E.C., Barreto A.M.F., Fernandes M.C. 2004. Gnetophyte preservation and diversity in the Early Cretaceous Crato Formation (Brazil). In: *Seventh International Organization of Paleobotany Conference*. Bariloche. Abstracts: 81.
- Mohr B., Bernardes-de-Oliveira M.E.C., Taylor D.W. 2008. Pluricarpellata, a nymphaealean angiosperm from the Lower Cretaceous of northern Gondwana (Crato Formation, Brazil). *Taxon*, **57**(4):1147–1158.
- Mohr B., Eklund H. 2003. Araripia florifera, a magnoliid angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). *Rev. Palaeob. Palynol.* **126**:279–292.
- Mohr B., Rydin C. 2002. *Trifurcatia flabellata* n. gen. n. sp., a putative monocotyledon angiosperm from the Lower Cretaceous Crato Formation (Brazil). *Mitteilung aus dem Museum für Naturkunde Berlin, Geowiss. Reihe*, **5**:335–344.
- Ricardi-Branco F., Torres M., Tavares S.S.I., Tavares P.G., Campos A.C.A. 2013. *Itajuba yansanae* Gen and SP NOV of Gnetales, Araripe Basin (Albian-Aptian) in Northeast Brazil. In: Yuanzhi Zhang; Pallav Ray. (eds). *Climate Change and Regional/Local Responses*. Zagreb. InTech. 187–205
- Rydin C., Mohr B.A., Friis E.M. 2003. *Cratonia cotyledon* gen. et sp. nov.: a unique Cretaceous seedling related to *Welwitschia*. *Proc. Biol. Sci.*, **270**(1):29–32.
- Sucerquia P.A., Bernardes-de-Oliveira M.E.C., Mohr B.A.R. 2015. Phytogeographic, stratigraphic, and paleoclimatic significance of *Pseudofrenelopsis capillata* sp. nov. from the Lower Cretaceous Crato Formation, Brazil. *Rev. Palaeob. Palynol.* **222**:116–128.