INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

Ações para o ensino e divulgação científica em
Paleontologia

Luiz Eduardo Anelli

Tese apresentada ao Concurso de Livre-Docência junto ao Departamento de Geologia Sedimentar e Ambiental do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, na Área de Conhecimento de Ensino e Divulgação Científica em Paleontologia.

São Paulo

2018

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Ficha catalográfica preparada pelo Serviço de Biblioteca e Documentação do Instituto
de Geociências da Universidade de São Paulo
Bibliotecário responsável: Sonia Regina Yole Guerra – CRB-8/4208

Anelli, Luiz Eduardo
Ações para o ensino e divulgação científica em
Paleontologia. – São Paulo, 2018.
60 p.: il.

Tese (Livre docência): IGc/USP

1. Paleontologia 2. Ensino 3. Divulgação científica 4.
Extensão 5. Educação. I. Título

Agradecimentos

Quero agradecer à Universidade de São Paulo e ao Instituto de Geociências a possibilidade de seguir uma carreira nem tão tradicional ou clássica para a área de Geociências: além de professor e pesquisador, como escritor e divulgador da ciência em um campo tão carente e indescritivelmente belo das ciências naturais. Sob respeitáveis e admirados diretores e chefes de departamento pude seguir caminhos que, a princípio, apenas o meu entusiasmo me recomendava.

O contato com diversos professores brilhantes nesse instituto me impulsionou à “incômoda” vida de permanecer ativo, produtivo, criativo, informado, e atualizado a respeito do que acontece no mundo geocientífico no Brasil e no mundo. É um privilégio ter à minha volta estudiosos de diversas disciplinas, pesquisadores ativos, amantes das diversas áreas das geociências. Tenho sempre muito a aprender com eles.

Excelentes trabalhos de alunos de pós-graduação me foram igualmente inspiradores, jovens independentes e desbravadores, trabalhando nos limites do conhecimento paleontológico moderno, um modelo de pós-graduação a ser seguido.

Como professor, pratiquei ao longo desses anos o prazeroso exercício da docência para ótimos alunos de graduação, interessados, minha maior e mais forte fonte inspiradora. É em sala de aula que me deparo com minhas dúvidas e certezas, minhas fraqueza e força, onde tomo direção aos novos caminhos e desafios de ensinar e, principalmente, aprender. Foi para eles que fiz boa parte de tudo o que descrevo nesse documento. Por isso sou também imensamente grato aos alunos de graduação.

Sou também grato àqueles que sustentam o Instituto de Geociências em movimento, que administram a máquina acadêmica, as dezenas de milhares de documentos anuais, pessoal técnico que nutre o instituto o mantendo burocraticamente sadio ao longo dos anos, fechando suas feridas, nos protegendo da lentidão esmagadora promovida por aqueles que nos lideram bem acima da universidade. É ótimo viver em um ambiente livre de corrupção, e isso devemos a todos vocês.

Muito do que realizei foi possível também em parcerias duradouras com amigos, editoras, estúdios, jornais, rádios, canais de televisão e paleoartistas fora da universidade. Caminhar com eles ao longo de 20 anos não foi mais fácil, mas diferente dada a natureza distinta do público a que servem diretamente. Também com eles aprendi e ganhei inspiração. Se por um lado me acolheram fora da universidade, por outro levaram comigo tudo o que aprendi sobre a vida pré-histórica à milhões de brasileiros. Acredito que esse trabalho está ajudando a mudar o perfil da cultura desse país no que diz respeito às ciências da Terra.

E agradeço à minha incrível família, em casa, e espalhada pelo Brasil e o mundo, admiradores do meu trabalho e igualmente inspiradores por tudo o que já realizaram.

Nada fiz sozinho. As mãos de muitíssimas pessoas me trouxeram até aqui.

Resumo

A Universidade está entre as mais importantes fontes pelas quais emana a cultura de uma nação. Ambiente promotor e facilitador da pesquisa, tem ainda como propósito a criação, o ensino e a extensão do conhecimento à sociedade. Seu motor principal, o conjunto de professores que atua nas diversas áreas produzindo novos conhecimentos, tem também por missão formar pessoal qualificado, bem como proporcionar à sociedade o acesso a toda ciência ali contida, de modo acessível e inteligível. No entanto, sem contato direto com a grande maioria dos cidadãos, necessita de meios facilitadores para essa comunicação. No caso das Ciências da Terra, especificamente se tratando da grande subárea da Paleontologia, material didático como réplicas de fósseis, livros, espaços expositivos, documentários veiculados na grande mídia, se não inexistentes, permanecem ainda raros. Ao longo dos últimos 20 anos, pressionado pela forte demanda social por conhecimento da nossa pré-história, em especial no que diz respeito aos nossos dinossauros, pude exercitar diferentes práticas ligadas ao ensino e extensão universitária por meio de diversas ações e parcerias com colegas na Universidade, pessoal e empresas fora da Universidade. O conhecimento da pré-história pelos brasileiros foi ao longo das décadas anteriores praticamente ligado ao passado de países do Hemisfério Norte. Esses fizeram da própria pré-história um dos pilares da cultura em seus diversos segmentos sociais, na educação formal, e no entretenimento científico e lúdico. No entanto, temos hoje uma pré-história própria, rica e vasta. Por meio de grandes exposições, réplicas de material nacional, livros, palestras e conferências, e atuações em jornais, rádio e televisão, pude colaborar com a dispersão em grande escala do conhecimento paleontológico nacional acumulado nos últimos 20 anos pelo trabalho da nova geração de paleontólogos brasileiros. O conhecimento desse imenso e ricamente diversificado patrimônio cultural nacional deve fazer parte da educação formal e do entretenimento científico de todos os brasileiros. Como parte da cultura nacional, incentivará o cidadão comum a se identificar com o passado, o presente, e o futuro do seu país, incrementando o exercício da cidadania, e o desfrute da própria cultura, desvendada, criada e irradiada a partir do trabalho de professores no interior das universidades sustentadas pela sociedade.

Abstract

The university is among the most important sources by which the culture of a nation emanates. As a promoter and facilitator of research, it also generates knowledge in different areas, educates, and qualifies people. At its heart, the faculty also has the mission of find ways to facilitate in an intelligible way access to that knowledge for all of society. However, without direct connection to the vast majority of the population, the university needs appropriate means for this communication. In the case of Earth Sciences, specifically the great subarea of Paleontology, educational material, books, exhibition spaces, documentaries, and broadcasts in the mainstream media remain rare to the point of being practically nonexistent. Over the past 20 years, under pressure of social demand for the knowledge of our own prehistory, especially considering our dinosaurs, by means of different actions and partnerships with universities and private organizations, I have been able to develop different practices related to university education and outreach activities. Over decades the knowledge of prehistory for Brazilian citizens has been related almost completely to the paleontological history of other countries located in the northern hemisphere. These countries have made prehistory itself a pillar of their cultures in its various social segments, including formal education, entertainment for leisure and science. However, today, our own prehistory is rich, vast and well consolidated. By means of large expositions, books, educational material, lectures and conferences, newspaper, radio and television interviews, I have been able to collaborate with the large-scale diffusion of Brazilian paleontological knowledge that has accumulated over the last 20 years by the work of the new generation of Brazilian paleontologists. The knowledge of this immense and richly diversified national cultural heritage should be part of the formal education and available for the scientific entertainment of all Brazilians. As an integral part of our national culture, it leads the common man to identify himself with the past, present and future of his country, to exercise more fully his citizenship, and to enjoy his own vast culture as revealed, created and radiating from the work of teachers and researchers within the universities his society supports.

Sumário

Agradecimentos.....	1
Resumo.....	2
Abstract	3
Apresentação.....	5
Introdução	7
A formação de professores no ensino de Geociências	8
Pós-graduação e licenciatura em Geociências.....	9
Por que estudar, produzir e estender à sociedade o conhecimento da Paleontologia?.....	9
O registro paleontológico no Brasil.....	12
Paleogeografia e a baixa diversidade	12
Intemperismo e o acesso aos fósseis	14
Grandes discordâncias.....	15
A coleta de fósseis e restrições orçamentárias.....	16
Patrimônio Cultural Nacional.....	16
Museus, estações de ciência e coleções expositivas.....	18
Ações educativas e de extensão universitária ligadas à extensão do conhecimento paleontológico	19
Oficina de Réplicas – Educação para o Brasil	21
Coleção “O passado em suas mãos”	21
Reconstrução de crânios de animais pré-históricos	23
Arqueologia	27
O Ciclo das Rochas.....	28
Minerais	28
Museus e exposições temporárias e permanentes	29
Projetos em andamento	49
Coluna Revista Recreio	50
Estímulo à Paleoarte.....	50
Conclusão.....	52
Referências.....	54

Apresentação

Este documento é parte integrante dos requisitos para obtenção do título de livre-docente.

Seu principal conteúdo sistematiza e descreve minhas ações, mais práticas do que teóricas, ligadas ao Ensino e Divulgação Científica da Paleontologia ao longo da minha carreira como professor no Instituto de Geociências.

Nesse intervalo de pouco mais de 20 anos, criei a Oficina de Réplicas, única produtora de material didático na área de Paleontologia em todo o Brasil, produzi textos didáticos para aulas teóricas e práticas de paleontologia, idealizei e fui curador de grandes exposições, e escrevi 16 livros sobre a pré-história brasileira para professores, jovens universitários, adultos e crianças.

Essas atividades consumiram boa parte da minha carreira como pesquisador, e me levaram por um caminho divergente da respeitada e admirada tradição de pesquisa de grandes amigos e colegas professores do Instituto de Geociências.

Anos atrás, minha pesquisa com invertebrados marinhos Neopaleozoicos (carboníferos e permianos), e do Cenozoico da Antártica, resultou em uma série de bons trabalhos em colaboração com outros colegas, e, em minha opinião, deram início a um novo e mais elevado patamar de qualidade na sistemática de moluscos paleozoicos no Brasil. Porém, com a extinção do Programa de Pós-graduação em Paleontologia e Estratigrafia, já envolvido com a divulgação científica e produção de material didático, a orientação de alunos de pós-graduação praticamente cessou.

Naquele tempo, descobri na educação formal e na sociedade uma forte demanda por conhecimento sobre o passado geológico e paleontológico nacional. Nossa pré-história estava praticamente desconhecida da maioria dos brasileiros, enquanto uma nova geração de paleontólogos há duas décadas extraía de suas pesquisas resultados extensos e de altíssima qualidade.

Foi com o propósito de “traduzir”, transferir, e tornar inteligível o conhecimento acumulado em teses e artigos científicos nas universidades e, de certo modo, justificar o investimento em pesquisas paleontológicas – especialmente no que diz respeito aos dinossauros mesozoicos no Brasil – que investi praticamente todo o meu tempo e disposição, além de aulas teóricas e práticas, e no campo, em trabalhos ligados ao ensino e à divulgação científica.

Por fim, defendo nesse documento que nossa paleontologia, carregando consigo todas as áreas do conhecimento hoje agregadas para explicar o passado geológico e paleontológico nacional, é uma poderosa ferramenta para a educação formal básica, para o entretenimento científico de crianças e adultos, e para o incremento das possibilidades de exercício de cidadania, e que por isso deve ser ensinada na escola.

Na organização desse documento, considerando o volume de minhas realizações, sua qualidade, e a repercussão alcançada ao longo dos anos, ficou evidente que

trabalhos ligados ao ensino e à divulgação científica sólida e de alto nível só são possíveis se realizados por professores nas universidades.

Introdução

O que é a universidade pública e qual o seu propósito?

Mantida com recursos da sociedade, as universidades são organizações de ensino e pesquisa que devem se posicionar na vanguarda da observação e resolução dos constantes e inevitáveis desafios sociais. Suas atividades devem produzir novos conhecimentos, formar profissionais em diferentes áreas, promover a educação, encorajar e facilitar o estudo e a pesquisa, bem como disseminar o conhecimento produzido aos diversos segmentos que compõem a sociedade, tais como a educação básica, média e superior, a filosofia, biologia, saúde, a indústria, o urbanismo, segurança e transporte públicos, a arte, o manejo de recursos minerais, o entretenimento, etc.

A educação básica formal, por exemplo, deve garantir que as crianças sejam capazes de desenvolver aptidões cognitivas, emocionais, sociais, culturais e físicas fundamentais. Para isso, a Câmara de Consultores que auxilia a construção e o aprimoramento da Base Nacional Comum Curricular para o Ministério da Educação¹, é formada por professores com prestigiosa formação universitária em diversas áreas de atuação. É também nas salas de aula e laboratórios das universidades onde nasce boa parte dos métodos e conteúdos que conduzirão e darão rumo à educação formal de uma nação. A universidade é, portanto, decisiva por tratar-se de uma das fontes que definem e aprimoram, segundo a Base Nacional Comum Curricular (2018),

"o conjunto de aprendizagens essenciais e indispensáveis a que todos os estudantes, crianças, jovens e adultos, têm direito".

Para o ensino superior, o Estatuto da Universidade de São Paulo, Título I – Da Universidade e seus Fins, do Artigo 2º, regulamenta que a universidade existe para "I - promover e desenvolver todas as formas de conhecimento por meio do ensino e pesquisa". É também papel da universidade "II - ministrar o ensino superior visando à formação de pessoas capacitadas ao exercício da investigação e do magistério em todas as áreas do conhecimento, bem como a qualificação para as atividades profissionais". Finalmente, a universidade existe para "III - "estender à sociedade serviços indissociáveis das atividades de ensino e de pesquisa"².

Evidentemente, a universidade existe para servir e enriquecer culturalmente a coletividade. É por esta razão que as universidades estão entre as principais fontes das quais emana e sobre as quais se estrutura o patrimônio cultural de uma nação. É das salas de aulas universitárias que professores prosseguirão em direção à sociedade, onde aplicarão e aprimorarão os novos caminhos e práticas de ensino, desde os primeiros anos escolares até o retorno à universidade.

¹ Link disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br>>

² Link disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=consolidada-resolucao-no-3461-de-7-de-outubro-de-1988>>.

² Link disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=consolidada-resolucao-no-3461-de-7-de-outubro-de-1988>>.

A formação de professores no ensino de Geociências

O Título II, Artigo 2º do Estatuto da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo regulamenta como fins:

“II - propiciar a formação pedagógica, em cursos de licenciatura, a professores de ensino fundamental e ensino médio; e III - preparar profissionais no âmbito da Educação Geral e Especial.”³

As universidades, portanto, têm ainda como finalidade a capacitação pedagógica de professores na Educação Geral, habilidades capazes de produzir e transmitir métodos e abordagens que aprimorem o processo de ensino e, conseqüentemente, facilitem o aprendizado de alunos (Alexander, 2008).

Com esse fim, há algumas décadas (1970s), professores inicialmente ligados ao Instituto de Geociências da USP, e posteriormente vinculados à Unicamp (1980s), deram início à elaboração de programas e atividades voltadas ao Ensino de Geociências no nível superior. Como resultado, em 1996, foi criada na Unicamp, no Programa de Pós-Graduação em Geociências, a Área de Concentração em Educação Aplicada às Geociências, com o propósito de “*capacitar profissionais para desenvolver pesquisas nos campos ligados às linhas de pesquisa do Programa: Metodologia de Ensino de Geociências, MEG, e História das Geociências, HGc*”.⁴ Dada à alta demanda e carência de profissionais com o perfil de educador na área de geociências, após pouco mais de 20 anos de existência, o programa ainda apresenta alta procura com 40 doutorados e 35 mestrados em andamento em 2018.

A formação de professores com conteúdos e práticas em geociências tem recebido maior atenção por tratar-se de um saber integrador de diversas áreas, facilitador do aprendizado porque incorpora à construção do conhecimento a percepção da perspectiva histórica, na qual teve origem a formação do patrimônio natural brasileiro (Anelli 2010, Santos, 2013, Martins e Dal Ré, 2015).

Em 2004, teve início o curso de Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental (LiGEA), oferecido pelo Instituto de Geociências na Universidade de São Paulo.

Toledo et al. (2005) considera que a nova graduação foi estruturada com o objetivo de formar educadores na área de Ciências Exatas com formação em Geociências, a fim de atuar no ensino escolar, em escolas de ensino técnico e em atividades interdisciplinares voltadas à Educação Ambiental, e não-escolar, com atividades educativas em museus, centros de ciências, centros de educação ambiental de empresas, organizações não-governamentais e demais congêneres. O novo

³Link disponível em: <<http://www.leginf.usp.br/?resolucao=consolidada-resolucao-no-4046-de-19-de-novembro-de-1993>>

⁴Link disponível em:<<http://www.ige.unicamp.br/pos-graduacao/ensino-e-historia-de-ciencias-da-terra/o-programa/>>

currículo ampliou o campo de atuação na formação de professores e, conseqüentemente, o alcance do conhecimento ligado às Geociências junto à sociedade.

Pós-graduação e licenciatura em Geociências

A pós-graduação na Unicamp e o curso de licenciatura em Geociências e Ciências ambientais da USP são, até este momento, os únicos cursos superiores voltados diretamente à formação de professores para o ensino em disciplinas ligadas às Ciências da Terra.

Embora iniciativas como estas fortaleçam a formação de educadores direcionados ao ensino das Ciências da Terra, materiais pedagógicos para o apoio e ensino deste conteúdo em sala de aula, tais como coleções de material paleontológico, arqueológico, de minerais e rochas, permaneceu, por décadas, praticamente restritos a coleções didáticas nas grandes e tradicionais universidades brasileiras. Em sua maior parte, adquiridos em empresas no exterior, reúnem material paleontológico exótico proveniente de rochas fanerozoicas de continentes hoje no Hemisfério Norte. No Brasil, material pedagógico para disciplinas ligadas às geociências, na maioria das universidades, faculdades e colégios do ensino fundamental e médio, é praticamente inexistente. Professores preparados para o ensino e contextualização do conhecimento das geociências no ensino fundamental e médio, e não raro no ensino superior, não têm à sua disposição material pedagógico, especialmente se tratando de material paleontológico nacional.

Além de material pedagógico, no diz respeito à pré-história brasileira, a sociedade ainda carece de livros, documentários, numerosas e amplas áreas expositivas.

No entanto, o conhecimento da evolução histórica da Terra e da vida, rico, multidisciplinar, e fundamental na educação formal, precisa ser estendido à sociedade.

Por que estudar, produzir e estender à sociedade o conhecimento da Paleontologia?

O conhecimento acumulado em centenas de milhares de artigos científicos, livros, e outras formas de expressão produzidas nas Universidades e instituições de pesquisas brasileiras, em todas as áreas da ciência, deve atender aos constantes desafios impostos pela evolução social. Com o conhecimento extraído das rochas brasileiras, acumulado ao longo de um século, não é diferente.

O registro geológico/paleontológico é a única fonte que nos permite compreender como, ao longo de centenas de milhões de anos, os organismos responderam às mudanças (climáticas, geográficas, atmosféricas, etc.) provocadas por eventos que a Terra não está experimentando na atualidade. Erupções vulcânicas

fissurais ocorreram de modo intermitente ao longo do tempo geológico modificando radicalmente o clima, provocando grandiosas revoluções na distribuição e evolução dos animais e plantas. Em diversos momentos, impactos de asteroides induziram mudanças na temperatura superficial média global, induzindo mudanças nas relações percentuais dos gases na atmosfera, rompendo com o equilíbrio nos ecossistemas em toda a Terra. A dinâmica terrestre interna provocou alterações do nível dos oceanos, remodelando a superfície dos continentes, das águas oceânicas e da atmosfera, afetando a distribuição dos animais e plantas, dando novos rumos à evolução biológica. Esses eventos determinaram os caminhos seguidos pela vida. O mundo moderno, sua geografia, atmosfera, oceanos, e biologia atuais, compõem o retrato de bilhões de anos de transformações provocadas por agentes de naturezas distintas, cujos sinais lidos por cientistas que atuam em diferentes áreas, devem hoje chegar à sociedade de forma plena e com linguagem inteligível. A educação em geociências é uma ferramenta poderosa para a construção da cultura de uma nação, em especial no que diz respeito à atitude da coletividade para com os recursos naturais, o consumo, o lazer, bem como seu respeito às leis naturais e aos ecossistemas modernos.

O conhecimento e a ordenação cronológica da evolução e construção do mundo físico e biológico ao longo do tempo geológico, em minha opinião, estão entre as maiores conquistas da cultura humana, e deve fundamentar o pensamento filosófico, aconselhar nossa postura diante do mundo e, como que ironicamente, nos ajudar a olhar em direção ao futuro.

A reunião de todo esse conhecimento teve origem nos trabalhos de naturalistas, geólogos, paleontólogos e biólogos do passado. Da análise das rochas, da biologia, e da distribuição e relação de parentesco dos seres vivos, os cientistas reconstruíram ao longo dos últimos dois séculos uma imensa teia de conhecimento antes escondida no registro guardado nas rochas e na biosfera. Extinções em massa ocorreram ao longo do tempo geológico e estão hoje extensivamente qualificadas e quantificadas pelos paleontólogos.

Assim, reconhecer o padrão de desaparecimento de espécies no registro geológico, bem como o número de animais extintos pelas atividades humanas nos últimos séculos, pode nos ajudar a entender o quanto interferimos nos ecossistemas modernos, saber quais erros não devemos cometer, e determinar onde fica o delicado ponto de equilíbrio da cultura humana e o restante dos seres vivos. O registro geológico nos permite um olhar mais crítico sobre o significado da nossa existência e da relação com os espaços onde vivemos.

Também devemos admirar, estudar e disseminar o conhecimento paleontológico por tudo o que ele já nos ajudou a compreender. Naturalistas do passado interessados em geologia propuseram os primeiros mapas e subdivisões do tempo geológico estudando a distribuição vertical e geográfica dos fósseis nas rochas. Os fósseis são ainda hoje usados para a determinação e organização temporal paleogeográfica dos continentes. O conhecimento do tempo geológico, bem como todos os desdobramentos

dele decorrentes, está entre as colunas da cultura da maioria dos países que consideram a educação o maior direito de seus cidadãos.

Em sua primeira parada a bordo do Beagle nas Ilhas Canárias, Darwin se deparou com invertebrados fossilizados nas rochas, os mesmos que, ainda vivos, encontrava retrabalhados na praia (Pearson e Nicholas, 2007). Na Argentina, ficou impressionado com a similaridade entre os pequenos xenarthros vivos (tatus), e fósseis de gliptodontes (tatus gigantes). Já na sua primeira parada, a paleontologia inspirou Charles Darwin a pensar no parentesco entre espécies similares, nas causas das extinções, e a escrever o livro que mudou os rumos da ciência e da cultura humana "A origem das espécies por meio da seleção natural". Nas palavras de Ernst Mayr (2009) Darwin "Eliminou Deus (de fato, a argumentação religiosa) da ciência, abrindo espaço para explicações estritamente científicas para todos os fenômenos naturais. Darwin deu origem ao positivismo, e produziu uma poderosa revolução intelectual e espiritual cujos efeitos perduram até os dias atuais."

Foi o contorno dos continentes que inspirou Alfred Wegener a mudar novamente os rumos da ciência em seu artigo de 1912 (Wegener, 1912), e os fósseis o auxiliaram na construção da sua argumentação sobre o fato de que os continentes estiveram unidos no passado geológico.

É curioso que estudando evidências construídas no passado, as ideias de Darwin e Wegener fizeram deles cientistas muito à frente de seu tempo.

A paleontologia é também uma ciência atual, de uso variadíssimo e valioso para geólogos na reconstrução de ambientes antigos de sedimentação, na determinação de processos sedimentares, na compartimentalização de rochas, na datação relativa e correlação estratigráfica, como marcos estratigráficos entre limites de períodos, épocas e idades, na determinação da posição dos continentes e na percepção de mudanças climáticas ao longo do tempo geológico.

Para os biólogos, os fósseis calibram os relógios moleculares (Emmanuel et al. 2004), preenchem imensos vazios em matrizes para estudos filogenéticos de faunas atuais (Thewissen, 2014), dão raízes a esquemas filogenéticos (Sterli, 2010), e preenchem o panorama global e temporal em superárvores (Laurin, 2009). A paleontologia nos disse recentemente que é possível que a vida estivesse presente na Terra há 4,28 Ga (Dodd et al., 2017).

O estudo da vida pré-histórica está hoje estruturado sobre uma profusão de evidências ligadas a diferentes disciplinas (West, 2017). A paleontologia é capaz de produzir reflexão a respeito do mundo atual e futuro porque nos dá a perspectiva histórica das mudanças climáticas e biológicas ocorridas na Terra. Ela é capaz de provocar entusiasmo e admiração pela ciência por elucidar questões ligadas às raízes sobre as quais foram construídos os contextos físico e biológico globais atuais em que vivemos.

O contato prévio de estudantes com os conceitos geológicos, geocronológicos, geoquímicos, biogeográficos, filogenéticos, bioquímicos, etc, pode ser realizado nos currículos a partir do ensino básico, enriquecendo os alunos com conteúdo ligado às ciências naturais, fortalecendo o fato de que a evolução geológica e biológica não mais se dissociou desde o surgimento da vida bilhões de anos atrás.

O registro paleontológico no Brasil

Amostras originais nacionais que ilustram em aulas teórico-práticas o imenso leque de conceitos sobre os quais se apoia a Paleontologia, bem como outras áreas das Ciências da Terra, é de difícil acesso no Brasil por diversas razões.

O registro geológico foi gradualmente apagado pela dinâmica interna e externa terrestre ao longo do tempo geológico desde a formação das primeiras rochas e origem dos primeiros organismos. Além disso, longos intervalos quando a deposição de sedimentos não ocorreu, deixaram grandes hiatos deposicionais nas grandes bacias intracratônicas brasileiras. No entanto, além dos hiatos no tempo, outros motivos definiram a baixa quantidade e diversidade de fósseis no território brasileiro quando comparadas a outras regiões do mundo. Por causas ligadas à paleogeografia (determinantes da sazonalidade nutricional e aridez), à escassez de amplos mares epicontinentais Faneorozoicos, longos períodos glaciais, extenso vulcanismo, intenso intemperismo atual, e mesmo a baixa urbanização em imensas regiões, somadas, refletem a baixa ocorrência de sítios paleontológicos no enorme território brasileiro quando comparada às de outros países (Figuras 1, 2, 3, 4).

Paleogeografia e a baixa diversidade

A primeira razão diz respeito à própria dinâmica terrestre e consequente história geológica pouco favorável à diversidade da vida complexa em território brasileiro nos últimos 600 milhões de anos. Sua localização em altas latitudes e no interior do supercontinente Gondwana por 200 milhões de anos no início da Era Paleozoica, tímidas ingressões marinhas, além de uma ampla e duradoura glaciação, frearam a diversidade e abundância biológica, resultando em depósitos fossilíferos pouco expressivos relativamente aos mesmos intervalos (Figura 1) em outras regiões do mundo. Próximo ao final da Era Paleozoica, a caminho de latitudes mais baixas, o Gondwana se fundiu ao Pangea, iniciando a permanência do território nacional por cerca de 150 milhões de anos sob crescente aridez no interior do novo supercontinente.

Figura 1. Sítios paleontológicos paleozoicos no mundo (75.895 coleções e 488.451 ocorrências). No território brasileiro estão representados somente pequenos intervalos dentro dos períodos Devoniano (marrom), Carbonífero (verde), e Permiano (Vermelho)⁵.

A Era Mesozoica também foi marcada por eventos e contextos inibidores da diversidade (Figura 2), como a quase inexistência de amplos mares epicontinentais, longa aridez, sistemas fluviais desenvolvidos sob clima árido, bem como um extenso evento vulcânico.

Figura 2. Sítios paleontológicos mesozoicos no mundo (72.036 coleções e 433.180 ocorrências). Embora no território brasileiro o Cretáceo (verde) esteja bem representado, poucas áreas dão acesso a rochas dos Períodos Jurássico (azul) e Triássico (roxo).⁶

É igualmente notável a escassez relativa de afloramentos de rochas fossilíferas durante o intervalo de 66 milhões de anos da Era Cenozoica (Figura 3).

⁵ Link disponível em: <https://paleobiodb.org/navigator/>>.

⁶ Link disponível em: <https://paleobiodb.org/navigator/>>.

Figura 3. Sítios paleontológicos cenozoicos no mundo (46.953 coleções e 455.951 ocorrências), com raras ocorrências de rochas do Paleógeno (rosa) e rochas do Neógeno comuns nas regiões costeiras, especialmente no norte do Brasil.⁷

Intemperismo e o acesso aos fósseis

Por outro lado, parte dos continentes (p. ex. América do Norte e Ásia) que experimentaram a diversidade durante o Fanerozoico, tanto devido à permanência em baixas latitudes, pela presença de mares epicontinentais, e pelas amplas planícies de inundação fluviais ligadas ao clima mais úmido, se encontra hoje em latitudes mais altas ou no interior de grandes massas continentais onde o intemperismo é intimidado pelo clima. Já o atual território brasileiro atravessa um período de clima úmido ou superúmido onde, se por um lado a diversidade biológica atual é favorecida, de outro, rochas inalteradas podendo conter fósseis permanecessem sob florestas e espessas camadas de solo, inacessíveis aos olhos dos geólogos e paleontólogos.

Repare na Figura 4 como a maioria dos sítios paleontológicos contendo esqueletos fósseis de mamíferos mesozoicos e cenozoicos concentram-se em áreas onde o clima árido ou semiárido predomina atualmente, tais como a Patagônia no oeste da América do Sul, o meio-oeste americano, o norte da África, a Ásia Central e leste da Austrália. Do mesmo modo, áreas populosas como o estado de São Paulo, a costa nordeste americana, e Europa, têm suas rochas expostas pela intensa urbanização, o que amplia o acesso à elas. É esta a razão porque boa parte das coletas de fósseis no Brasil esteve, em sua maioria, restrita às áreas de extração mineral como, por exemplo, nas formações Botucatu, Crato e Romualdo, Tremembé ou, então, em margem fluviais expostas, cortes em rodovias e vias férreas, e obras da construção civil em áreas urbanizadas.

Somada às questões que controlaram a baixa diversidade no passado, o intemperismo é hoje fator limitante ao acesso aos fósseis.

⁷Link disponível em: <https://paleobiodb.org/navigator/>>.

Figura 4. Principais sítios paleontológicos contendo esqueletos de mamíferos, incluindo rochas das eras Mesozoica (azul e verde) e Cenozoica (amarelo e rosa).⁸

Grandes discordâncias

O controle tectônico em regiões de bacias sedimentares está entre outros fatores que determinarão ou não a formação de depósitos fossilíferos. As bacias sedimentares na plataforma continental Sul-Americana, especialmente no atual território brasileiro, tiveram suas atividades tectônicas subsidentes atenuadas ou foram expostas à erosão, e, por isso, não conhecemos espessos depósitos fossilíferos, por exemplo, de idades cambriana e jurássica. Quando não de idade duvidosa, raras ocorrências de restos de metazoários são conhecidas em rochas do Jurássico no território brasileiro (Figura 5a), e considerando apenas tetrápodes (Figura 5b).

a.

b.

Figura 5. a. sítios paleontológicos contendo fósseis de metazoários, e b. tetrápodes, em rochas do Período Jurássico em todo o mundo.⁹

Além das restrições ecológicas atravessadas pela vida durante a história geológica do território nacional, por variadas razões como a ausência de mares epicontinentais, grandes fases erosivas ou de não deposição, e o intenso intemperismo atual, rochas afossilíferas no Brasil incluem longos intervalos cronoestratigráficos como o Cambriano, Ordoviciano, Mississipiano (Carbonífero inferior), etc.

⁸Link disponível em: <https://paleobiodb.org/navigator/>>.

⁹Link disponível em: <https://paleobiodb.org/navigator/>>.

A coleta de fósseis e restrições orçamentárias

Por fim, a coleta não é permitida no Brasil porque fósseis são considerados propriedade da nação, segundo Decreto-Lei 4.146 de 04/03/1942 - que dispõe sobre a proteção de depósitos fossilíferos, bem como o comércio, o que praticamente restringe a coleta e o uso de fósseis ao mundo acadêmico em Universidades e Museus.

Temos, ainda, a restrição orçamentária secular, tanto para fins investigativos no setor da geologia como da biologia evolutiva. Apesar da exuberante e abundante diversidade biológica atual, não construímos e não possuímos um número expressivo de museus monumentais de história natural, promotores da pesquisa e difusão do conhecimento.

Patrimônio Cultural Nacional

O conhecimento da pré-história em todo o mundo é uma fonte copiosa de informação multidisciplinar. Além da coleta tradicional e descoberta de novas espécies, novas hipóteses e teorias para a resolução de questões ligadas à história geológica da Terra crescem em todo o mundo ao longo dos anos (Sues, 2013; Reisz e Sues, 2015; Jablonski e Shubin, 2015). Dados sobre a origem da vida, a redução drástica ou o aumento radical da diversidade biológica em determinados intervalos do tempo geológico, e os padrões macroevolutivos da vida complexa, são hoje obtidos, além das rochas, em observações e coleta de dados no espaço, no DNA, no decaimento de isótopos radioativos, nas relações entre isótopos estáveis, e nos aceleradores de partículas (Sanchez et al. 2016).

A pré-história profunda nos dá a percepção histórica do mundo no qual estamos imersos. O conteúdo envolvido pode fazer parte da Base Nacional Comum Curricular que orienta a educação no Brasil, e participar do conjunto de aprendizagens essenciais a que todos têm direito, e que norteiam o desenvolvimento da sociedade.

A palavra “fósseis” aparece duas vezes nas 472 páginas da nossa Base Nacional Comum Curricular, apenas em referência aos “combustíveis fósseis” e no contexto dos tipos de rochas.

Praticamente todos os países que priorizaram a educação tiraram proveito da riqueza de conhecimento e possibilidades de educar com a herança pré-histórica armazenada nas rochas. No Brasil, existem várias iniciativas para conservação de sítios ligados às geociências. Em 1997, sob coordenação do DNPM (Departamento Nacional de Produção Mineral), foi instituída a Comissão dos Sítios Geológicos e Paleobiológicos – SIGEP, com o propósito de apoiar o grupo de trabalho de Sítios Geológicos e Paleobiológicos do Patrimônio Mundial. Assim, a partir de 1998, foram distribuídos convites a instituições e pesquisadores para a proposição de sítios de interesse, desencadeando uma série de ações ligadas à conservação de sítios geológicos e paleobiológicos no Brasil. A evolução gradual de propostas resultou, em 2012, em uma lista com 130 sítios apresentados pela Comissão Brasileira de Sítios Geológicos e

Paleobiológicos¹⁰. Em 2018 uma lista com 142 sítios geológicos em 81 municípios foi elaborada somente para o estado de São Paulo (Garcia et al. 2018).

Essa preocupação com a conservação do patrimônio geopaleontológico brasileiro evoluiu para o estabelecimento, em 2006, do primeiro Geoparque brasileiro com apoio da UNESCO, o Geoparque Araripe. Seguramente o maior e mais precioso sítio paleontológico nacional, a área do Geoparque Araripe reúne nove geosítios com amplo e variado espectro de temas geológicos e paleontológicos. Ao lado do Parque Nacional da Serra da Capivara, patrimônio mundial também reconhecido pela UNESCO, o Geossítio Araripe compõe o par de parques ligados ao conhecimento da nossa pré-história com infraestrutura capaz de receber anualmente milhares de visitantes.

No entanto, para um país com as dimensões do Brasil, as possibilidades são maiores, como mostram outras regiões do mundo. A Europa, com um território cerca de 20% maior que o Brasil, possui cerca de 65 geoparques reconhecidos pela UNESCO. A China, 12% maior, possui 37 geoparques.

Além disso, no Brasil, o cuidado com patrimônios naturais, em muitos casos, está sempre flertando com o descaso total.

Por exemplo, o Parque Nacional do Itatiaia aloja um maciço de rochas alcalinas originadas de um extenso vulcanismo ocorrido 64 milhões de anos atrás em seguida ao desaparecimento dos grandes dinossauros. A estrada que conduz ao Parque de indescritível beleza está, há décadas, praticamente intransitável.

Já o maior sítio arqueológico do mundo, situado na Serra da Capivara, PI, de valioso valor turístico (Mesquita et al. 2015), com visita anual estimada pela UNESCO em centenas de milhares de visitantes classe A e AA, há décadas sofre com o descaso, tendo que, recentemente (2017), ameaçar fechar suas entradas à visitação.

Das rochas da Formação Botucatu, foram extraídas dezenas de milhares de pegadas de dinossauros e outros animais que viveram em território brasileiro durante o início do Período Cretáceo. Hoje expostas em pedreiras na região de Araraquara, deixam visíveis centenas de pegadas de dinossauros que, ao longo dos anos, vêm sendo destruídas pelo intemperismo. O Aquífero Guarani, que fornece anualmente bilhões de litros de água limpa para milhões de pessoas, há décadas é contaminado pelo mau uso de agrotóxicos e descarte irregular de lixo urbano (Wendland, 2004).

A floresta petrificada no Tocantins, o mais exuberante e importante registro florístico subtropical Permiano no Hemisfério Sul (Dimas-Brito et al. 2011), além de há décadas ser alvo do tráfico de fósseis, está hoje praticamente fechado aos visitantes por falta de infra-estrutura adequada. Por outro lado, o Parque Nacional Floresta Petrificada, no Arizona, EUA, recebe a cada ano uma média de 645.000 visitantes¹¹.

¹⁰ Sigep, link disponível em: <<http://sigep.cprm.gov.br/>>

¹¹ Link disponível em: <<https://www.nps.gov/pefo/faqs.htm>>.

Museus, estações de ciência e coleções expositivas

Existem hoje cerca de 20 espaços expositivos espalhados por todo o Brasil, com infraestrutura mínima e acervo paleontológico. Nos Estados Unidos, são cerca de 600 áreas expositivas com acervo envolvendo temas geológicos e paleontológicos, incluindo os grandes museus.

Nesse mesmo instante, 3 de setembro de 2018, os bombeiros ainda tentam controlar focos do incêndio que destruiu completamente o maior acervo museológico da pré-história brasileira, fruto do descaso total daqueles que deveriam promover e nutrir financeiramente esse imenso patrimônio cultural brasileiro.

Museus e áreas expositivas guardam uma porção da cultura e da história de um país e do mundo. Exposições são inspiradoras, estimulam a criatividade, ajudam adultos e crianças a responder questões antigas e, mais importante, aprender a elaborar novos questionamentos. Museus aumentam o repertório dos cidadãos em uma região, nutrem sua imaginação, e afinam o pensamento crítico, ampliando a visão que têm sobre a ética e o mundo físico. Esses locais oferecem meios diversos para ensinar, para aprender e educar, e são capazes de promover mudanças em comunidades com centenas de milhares de pessoas. Áreas expositivas são ótimas promotoras do entretenimento escolar e familiar.

O Brasil é um país que ainda precisa descobrir de modo pleno a sua pré-história, como entretenimento para lazer e turismo, mas especialmente para a educação formal. A pré-história reúne elementos conceituais de praticamente todas as áreas da ciência. Muitos ramos das ciências naturais – cosmologia, geologia, biologia, química e física – são hoje usados pelos paleontólogos e geólogos na proposição de ideias e hipóteses que explicam a longa história seguida pela vida em parceria com a geologia.

Incluir o ensino da pré-história brasileira e mundial no currículo escolar, assim como a história moderna, pode abrir uma nova frente de cultura no país. Trata-se de um conhecimento ainda em construção, dinâmico, aberto a novas ideias, suposições, hipóteses e questionamentos. A organização do conhecimento pré-histórico nos ajuda a compreender as origens e desenvolvimento da biologia, da geologia, do relevo, e do clima que hoje nos acolhem, a gênese das riquezas que movimentam, constroem e alimentam a nação, do próprio continente onde vivemos e dos oceanos que determinam os seus limites. O conhecimento científico dos fatos e eventos que construíram o território onde vivemos dão alma ao conhecimento, e auxiliam os cidadãos que compõem uma nação no reconhecimento e posse da região onde vivem.

Na atualidade, as aplicações do conhecimento paleontológico nacional justificam-se em especial para a reconstrução e organização histórica dos fatos com propósitos educativos. Os dinossauros, por exemplo, há mais de um século fascinam crianças e adultos em todo o mundo. A paleontologia é uma ciência poderosa para a aproximação de crianças a temas ligados a diversas ciências, ao entretenimento científico, à leitura, ao interesse pelas ciências da Terra, biologia e astronomia. O conhecimento da pré-história nos ajuda a compreender a construção da imensa árvore da vida, bem como

reverenciar nosso lugar onde nos encontramos nela, e ter a percepção que à ela pertencemos, e que sem ela não existiríamos (Figura 6).

Foi por esta razão que nos últimos 10 anos estive intensamente envolvido com a promoção do conhecimento da pré-história brasileira, em diferentes ações, por diversos segmentos da sociedade.

Ações educativas e de extensão universitária ligadas à extensão do conhecimento paleontológico

Ao longo de 22 anos como professor no Instituto de Geociências, inúmeras iniciativas foram realizadas com o propósito de produzir, ensinar, facilitar e difundir o conhecimento que compõe e fundamenta ciências como a Paleontologia, Biologia Evolutiva, bem como outras disciplinas ligadas às Ciências da Terra. Especialmente no caso das Ciências da Terra e Biologia, amostras didáticas são ferramentas facilitadoras do ensino, possuidoras de atributos que promovem e estimulam o aprendizado em todos os níveis da educação formal (Casanova et al. 2004). Além disso, a manipulação de objetos inspira a curiosidade dos alunos e estimula o trabalho em grupos, provocando a interação com professores, monitores e outros alunos (Cardoso et al. 2009).

No entanto, no Brasil, é evidente o difícil acesso a objetos e textos didáticos ligados a essas áreas, tanto para professores e estudantes de geologia e biologia de nível superior fora dos grandes centros, como para professores e alunos do ensino fundamental e médio, neste último caso, praticamente inexistentes. Em minha análise pessoal, nesses 23 anos como docente universitário, a quase totalidade dos alunos ingressantes no curso de Geologia do Instituto de Geociências-USP jamais entrou em contato com coleções de fósseis e rochas durante todo o ciclo básico e fundamental, nem mesmo com livros que retratam a pré-história brasileira.

Figura 6. Relação filogenética entre os grandes grupos biológicos. Bactérias, protozoários, plantas, fungos e metazoários estão todos relacionados. Somente a distância filogenética afasta os seres vivos uns dos outros. Esta, que é uma das maiores conquistas da biologia moderna, continua quase completamente desconhecida de professores e alunos na educação formal (Anelli, 2017).

O objetivo central de minhas ações, abaixo relacionadas, sempre foi a popularização do conhecimento científico e seu uso como ferramenta educacional em todos os níveis da educação formal e informal.

Essas ações nasceram não apenas do meu entusiasmo pessoal pelas disciplinas ligadas à história da vida e da Terra, mas também pela alta demanda de solicitações internas e externas à Universidade de São Paulo.

Oficina de Réplicas – Educação para o Brasil

Em 1997 nasceu nas dependências do antigo Departamento Paleontologia e Estratigrafia (atual Geologia Sedimentar e Ambiental) do Instituto de Geociências, o que hoje é considerado um dos mais antigos e contínuos projetos de extensão na história da Universidade de São Paulo. Sem opções para abastecer a demanda de solicitações pelo empréstimo de material paleontológico para aulas de paleontologia em faculdades de Geologia, Biologia, e feiras de ciências no ensino médio, as coleções de fósseis no Instituto de Geociências-USP, bem como de outras instituições (Unesp-Rio Claro, UFSCar- São Carlos, UFRJ, FUNDHAM, URCA-CE, dentre outras) passaram a ter seus fósseis copiados e multiplicados em resina de alta durabilidade.

Ao longo de 20 anos, cerca de 120.000 réplicas foram produzidas, nutrindo aulas práticas em universidades e colégios, exposições, e feiras de ciências por todo o Brasil. Além dos fósseis, coleções de rocha, minerais, e material arqueológico, estão hoje disponíveis para escolas, faculdades e universidades de todo o Brasil.

Coleção “O passado em suas mãos”

Após 20 anos, com o trabalho de dezenas de estagiários e funcionários, cerca de 120.000 cópias de fósseis de diversas regiões do Brasil e do mundo foram produzidas. A partir de 2001, parte das réplicas foi organizada como a coleção didática “O passado em suas mãos”, que soma 27 réplicas (Figura 7) que exemplificam todos os períodos geológicos desde o último período pré-cambriano (o Ediacarano), aos onze períodos fanerozoicos, representados pela grande profusão de partes rígidas. Acompanhada por um guia ilustrado (Figura 8), professores e alunos têm acesso a textos, tabelas, imagens, e exercícios que facilitam o uso das réplicas.

O kit “O Passado em Suas mãos”, até onde tenho conhecimento, é a primeira e única coleção Universitária/escolar disponível para o ensino de paleontologia no Brasil em toda história dos cursos de geologia. Centenas de coleções são hoje utilizadas para aulas práticas em cursos de Geologia e Biologia em todo o Brasil.

A coleção distribui ao longo do tempo geológico, desde o aparecimento dos primeiros animais, 27 réplicas (Figura 7), incluindo vegetais, invertebrados, vertebrados e icnofósseis de várias regiões do Brasil e do mundo. O guia, ilustrado por um paleoartista, contém 50 ilustrações distribuídas por 86 páginas de textos que

contextualizam cada exemplar em seu período geológico, paleogeografia, paleoclima e paleobiologia.

Sugestões para uso em aulas práticas e exposições acompanham o guia como informação adicional para professores e educadores.

Figura 7. Além das 27 réplicas e esculturas artísticas de material paleontológico, dezenas de outros elementos estão disponíveis na Oficina de Réplicas.

Figura 8. Guia para a coleção de réplicas "O passado em suas mãos".

Reconstrução de crânios de animais pré-históricos

O crânio está entre as estruturas rígidas mais complexas e filogeneticamente diversificadas na história evolutiva dos vertebrados. De origem muito próxima ao início do Éon Fanerozoico, e com registro relativamente bem representado nos últimos 450 milhões de anos, a evolução do crânio oferece uma oportunidade sólida para o ensino, aprendizado e interpretação do multivariado leque de caminhos seguidos pela evolução dos vertebrados, dos primeiros peixes aos mamíferos e aves. Conhecer os grupos principais segundo a distribuição das várias fossas, a origem e evolução dos ossos que os compõem, os caminhos funcionais seguidos pelos componentes ósseos com réplicas de crânios em mãos, estimula o aprendizado dos processos evolutivos para alunos de graduação.

Trata-se da única coleção de crânios de vertebrados disponível como elementos didáticos para uso em sala de aula. Todos reconstruídos por paleoartista seguindo orientação anatômica e/ou unicamente filogenética para crânios não conhecidos, como, por exemplo, de dinossauros brasileiros (p. ex. *Santanaraptor placidus* (Figura 9h), muitos deles reduzidos para uso de professores e grupos de alunos em exercícios práticos em sala de aula (Figuras 9i e 9j).

A escassez de crânios de vertebrados fósseis no Brasil é notória e, quando presentes, são de difícil acesso e manuseio para a produção de moldes devido a fragilidade. Além disso, crânios de animais maiores impossibilitam o manuseio em sala de aula. Assim, se fez necessária a reconstrução artística, possibilitando a redução ou ampliação do crânio em escala, salientando suturas e feições importantes para o reconhecimento das variações morfológicas com significado evolutivo.

A coleção de crânios de animais pré-históricos inclui tetrápodes de diversas regiões do mundo, em especial do Brasil. São eles *Dimetrodon limbatus* (Figura 9a), um Sinápsido Esfenacodontídeo, do período Permiano (290 Ma) da América do Norte; *Mesosaurus brasiliensis* (Figura 9b), um Pararéptil do período Permiano (270 Ma) do Brasil; *Thrinaxodon liorhinus* (Figura 9c), um Terapsídeo Cinodonte do período Triássico (250 – 245 Ma) da África do Sul e Antártica; *Herrerasaurus ischigualastensis* (Figura 9d), um dinossauro do período Triássico (231 Ma) da Argentina, considerado com *Eoraptor lunensis* o mais antigo dinossauro; *Unaysaurus tolentinoi* (Figura 9e), um dinossauro sauropodomorfo basal do Triássico (225 Ma) do Brasil; *Archaeopteryx lithographica* (Figura 9f), um dinossauro terópode do período Jurássico (150 Ma) da Alemanha; *Tapuiasaurus macedoi* (Figura 9g), um dinossauro saurópode do Cretáceo (120 Ma) do Brasil; *Santanaraptor placidus* (Figura 9h), um dinossauro terópode do Cretáceo (110 Ma) do Brasil; Carcharodontosaurídeo (Figura 9i), um dinossauro terópode do Cretáceo (100 Ma) do Brasil; *Oxalaia quilombensis* (Figura 9j), um dinossauro terópode do Cretáceo (100 Ma) do Brasil; *Pycnonemosaurus nevesi* (Figura 9k), um dinossauro terópode do Cretáceo (80 Ma) do Brasil; *Maniraptora* (Figura 9l), um dinossauro terópode do Cretáceo (80 Ma) do Brasil; *Mirischia assimétrica* (Figura 9m), um dinossauro terópode do Cretáceo (110Ma) do Brasil.

a. *Dimetrodon limbatus*

b. *Mesosaurus brasiliensis*

c. *Thrinaxodon liorhinus*

d. *Herrerasaurus ischigualastensis*

e. *Unaysaurus tolentinoi*

f. *Archaeopteryx lithographica*

g. *Tapuiasaurus macedoi*

h. *Santanaraptor placidus*

i. *Carcharodontosaurídeo*

j. *Oxalaia quilombensis*

k. *Pycnonemosaurus nevesi*

l. *Maniraptor*

m. *Mirischia assimetrica*

Figura 9. Reconstruções artísticas de crânios de animais pré-históricos.

Figura 10. a e b, crânios de animais pré-históricos e suas relações de tamanho; c, tartaruga fóssil da Formação Crato, Cretáceo da Bacia do Araripe; d, Trilobita e *Pikaia*, reconstrução artística, Folhelho Burgess, Cambriano, Canadá; e, Euripterídeo e *Cooksonia*, reconstrução artística, Formação Williamsville, Siluriano, Canadá.

Arqueologia

Outro patrimônio cultural praticamente desconhecido e mal aproveitado na educação formal, turismo e entretenimento, é composto pelos sinais arqueológicos deixados pelos primeiros habitantes da América do Sul. Presente em todo o Brasil em tocas, abrigos, paredões, e áreas de terra preta, os restos arqueológicos nos informam sobre o modo como os primeiros povos sul-americanos se relacionavam com o mundo natural, como sua tecnologia lítica evoluiu, suas normas culturais, e como sobreviveram na América do Sul por ao menos 12.000 anos (senão 50.000 anos), temas ainda em discussão entre os arqueólogos (Bueno e Dias, 2015, Araújo, 2015). Como a paleontologia, a arqueologia envolve uma teia complexa de argumentação apoiada em diversas áreas da ciência: geologia, paleontologia, sociologia, química, medicina, geografia, climatologia, etc.

Não incluir e tirar proveito da trama conceitual da pré-história nacional no ensino formal, e sua conexão com a mundial, arduamente desvendada pela arqueologia brasileira, é uma ofensa à cultura da nação brasileira.

Nesse sentido, após visitas realizadas no Parque Nacional da Serra da Capivara – FUNDHAM - em acordo com o Museu do Homem Americano, uma seleção de material arqueológico foi moldada e transformada no primeiro kit de arqueologia disponível para o ensino dessa ciência no Brasil.

O Kit de Arqueologia é composto por 11 amostras provenientes das coleções do Museu do Homem Americano, FUNDHAM, no Piauí. Os artefatos líticos ilustram objetos na vida cotidiana e cerimonial usados há milhares de anos por habitantes pré-coloniais da região da Serra da Capivara (Figura 11). Acompanhados de textos e ilustrações, os artefatos ensinam conceitos sobre a arqueologia de restos encontrados em terras nacionais.

Figura 11. Coleção de réplicas de artefatos líticos provenientes da Serra da Capivara, reunindo material de uso cotidiano (esquerda) e cerimoniais (direita).

O Ciclo das Rochas

Compreender o ciclo das rochas é fundamental para o entendimento da origem da superfície sobre a qual vivemos, sua evolução, e porque hoje temos acesso a uma parte do registro paleontológico. A geologia não guardou toda a história da vida nas rochas, e se temos acesso a uma parte dela, é porque a dinâmica geológica que a registrou, também foi capaz de destruir parte do que construiu. É inimaginável pensar o que seria da cultura humana hoje se não tivéssemos conhecimento do registro geológico e paleontológico. Tudo o que conhecemos e do qual tiramos proveito na superfície terrestre, devemos ao ciclo das rochas.

A coleção “O Ciclo das Rochas” é composta por nove diferentes tipos de rochas amostras (ígneas, metamórficas e sedimentares). Acompanhada de um texto explicativo e imagens, ilustram os conceitos básicos de formação e transformação das rochas na crosta terrestre ao longo do tempo geológico (Figura 12). Nos últimos 15 anos, cerca de 12 mil coleções foram comercializadas com universidades e escolas em todo o Brasil.

Figura 12. Coleção “O Ciclo das Rochas”, com textos elaborados pelo Professor Fábio Ramos Dias de Andrade (IGc, USP).

Minerais

Assim como fósseis, restos arqueológicos e rochas, o conhecimento dos minerais é fundamental para compreendermos o funcionamento do mundo natural, e estão entre os objetos mais importantes e significativos para geologia e a vida. Além disso,

minerais compõem o substância sobre a qual a vida se estabelece e se mantém, e é fonte de matéria prima de praticamente todos os setores produtivos.

Coleções de minerais e rochas devem estar presentes em todo o ciclo da educação porque fazem a conexão da evolução geológica terrestre com a origem e manutenção da vida.

Figura 13. Coleção de Minerais, com textos elaborados pelo Professor Fábio Ramos Dias de Andrade (IGc, USP).

Museus e exposições temporárias e permanentes

Devemos visitar museus e exposições com nossos alunos porque neles está uma parte da cultura e história de um país e do mundo. Museus são locais inspiradores, capazes de estimular a criatividade, ajudando crianças e adultos a responder em questões antigas e, mais importante, a elaborar novos questionamentos. Museus aumentam o repertório temático, nutrem a imaginação, e ampliam a visão que temos sobre o mundo. São ferramentas pedagógicas eficientes porque estão fora do ambiente escolar cotidiano, porque materializam o que normalmente é visto apenas nas páginas dos livros didáticos.

Allosaurus fragilis – o primeiro dinossauro na cidade de São Paulo

Em 2003, como parte do projeto “A vida durante o Mesozoico”, idealizado em parceria com o Prof. Thomas R. Fairchild, e financiado pela Fundação Vittel, foi inaugurada em exposição no Instituto de Geociências (Figura 14a) uma réplica artística

do esqueleto de 11 metros do dinossauro *Allosaurus fragilis*, do Jurássico da América do Norte. Foi esta a primeira réplica de um esqueleto de dinossauro em exposição na cidade de São Paulo. Duas outras réplicas foram construídas e expostas na já extinta Estação Ciências – USP (Figura 14b) e no Museu de História Natural de Taubaté (Figura 14c).

Somente no Instituto de Geociências, ao longo de 15 anos, cerca de 150 mil pessoas, em sua grande maioria alunos do ensino médio, aprenderam sobre a pré-história visitando esse esqueleto. Devem passar de dois milhões os visitantes que conheceram o esqueleto na Estação Ciência durante os 10 anos em que esteve exposto até seu fechamento em 2013.

O Museu de História Natural de Taubaté recebeu em 2006 o seu segundo grande dinossauro, *Neuquensaurus* (Figura 14d) como doação pelo empréstimo de material para a exposição Dinos na Oca (descrita adiante) realizada no Parque do Ibirapuera em 2005-2006.

O Museu de História Natural de Taubaté está situado em uma área que recebe grande número de escolas visitantes provenientes do Vale do Paraíba, região com pouco mais de três milhões de habitantes.

a.

b.

c.

d.

Figura 14. a, *Allosaurus fragilis* (IGc-USP), a primeira réplica de um esqueleto de dinossauro em exposição na cidade de São Paulo; b, *Allosaurus fragilis*, Estação Ciências, USP; c, *Allosaurus fragilis*, Museu de História Natural de Taubaté; d, Esqueleto de *Neuquensaurus*- Museu de História Natural de Taubaté.

Dinossauros e outros animais pré-históricos na Oca

Em 2003 escrevi ao presidente do Banco Santos, promotor das grandes exposições no espaço de eventos conhecido como Oca (figura 16a e b), no Parque do Ibirapuera. A ideia era uma exposição sobre dinossauros ocupando o espaço de 10.000m². Dois anos mais tarde, fui chamado para fazer a curadoria da exposição “Dinossauros na Oca – e outros animais pré-históricos”, com cenografia de Daniela Thomas e projeto gráfico de Homem de Mello (FAU-USP).

Foram investidos sete milhões de reais para aluguel do espaço, aluguel de réplicas e seu transporte do exterior (Chicago, EUA), de coleções do Brasil (Museu do Dinossauro, Peirópolis, MG; Museu Nacional, UFRJ; Laboratório de Paleontologia, UFRJ; Museu de Paleontologia de Marília, SP; Museu de Geociências, USP; Museu de História Natural de Taubaté). Parte dos recursos foi gasto em transporte, lanches e entradas gratuitos para 250.000 crianças do ensino fundamental e médio da cidade de São Paulo.

A única instituição que recusou participação com material expositivo foi o Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Na época, a coleção estava fora de Porto Alegre devido a reformas do prédio e sem local definido para ser armazenada, exatamente quando um de seus paleontólogos era o presidente da Sociedade Brasileira de Paleontologia, convidado e presente na reunião em São Paulo, onde foi consultado sobre sua participação e anunciado o início dos trabalhos.

Em três meses de exposição, o número de visitantes chegou a 550.000 (Figura 15). Foi a maior e mais contundente exposição de paleontologia que o Brasil já conheceu, reunindo pela primeira vez material de universidades e museus brasileiros. Os quatro andares da Oca foram completamente ocupados por réplicas de esqueletos e originais de dinossauros e variados grupos, desde peixes até mamíferos, além de plantas, meteoritos e as rochas mais antigas da Terra (Figura 16c, d, e, f).

Desse evento resultou um catálogo (Figura 23d) escrito por diversos paleontólogos brasileiros, tratando tecnicamente de todos os fósseis incluídos na exposição, e completamente ilustrado pelo paleoartista brasileiro Felipe Alves Elias.

Figura 15. Piso inferior da Oca, Parque do Ibirapuera, um dos quatro andares do centro expositivo com 10.000m² ocupados por 400 réplicas e fósseis originais do Brasil e de outras regiões do mundo.

a.

b.

Figura 16. a, área externa do Centro de Exposições, Oca, Parque do Ibirapuera; b, Oca, vista do interior; c, exposição dinos na Oca; d, dinossauro em exposição; e, dinossauros em exposição; f, crânio de *Purussaurus*, um dos maiores crocodilos do mundo.

Sabina – Escola Parque do Conhecimento

Em 2006 fui convidado para a curadoria de uma exposição permanente sobre a vida dos dinossauros no novo Parque de Ciências na cidade de Santo André, SP (Figura 17a). Em 2007 foi inaugurada a exposição Evolução dos Tetrápodes na Era Mesozoica, retratando diversos dinossauros e outros tetrápodes mesozoicos (Figura 17, b e c) adquiridos no exterior e reconstruídos por paleoartistas sob minha orientação.

a.

b.

Figuras 17. a, Sala de exposição sobre a evolução dos tetrápodes Mesozoicos na Sabina, Escola Parque do Conhecimento, Santo André, SP. b, Modelo em vida de *Staurikosaurus pricei*, um dinossauro do Triássico da Formação Santa Maria, RS; c, Modelo de *Saturnalia tupiniquim*, Triássico da Formação Santa Maria, RS; d, Modelo do dinossauro ornitísquio, *Pisanosaurus*, Triássico da Formação Ischigualasto, Argentina; e, Modelo em vida de *Scleromochlus taylori*, Triássico da Escócia; f, Modelo em vida de *Brasilodon*, Cinodonte da Formação Santa Maria, Triássico, RS.

A exposição conta com o primeiro e único esqueleto completo de *Tyrannosaurus rex* (Figura 18) em exibição na América do Sul, e um *Ceratosaurus nasicornis* animatrônico (Figura 19 a e b) com seis metros de comprimento.

Figura 18 – Réplica do espécime Peck's Rex, MOR980, que representa um *Tyrannosaurus rex* descoberto em Montana em 1997. A réplica foi adquirida pela Secretaria de Educação do Município de Santo André por USD 100,000.

a.

b.

Figuras 19. a, animatrônico de *Ceratosaurus nasicornis* capaz de emitir sons e realizar sete movimentos de cauda corpo e cabeça. b, animatrônico em construção.

Módulos para escavação de esqueletos de *Ceratosaurus nasicornis* (Figura 20a) e *Staurikosaurus pricei* (Figura 20b) foram construídos para que crianças simulem a procura por fósseis.

a.

b.

Figura 20. a, b, tanques simulando escavação de esqueletos de dinossauros, executados pela empresa Criando Criaturas.

Dinos do Brasil – *Oculus Rift*

Em 2016, em parceria com empresa Naked Monkey, que tem como proprietários jovens talentos ligados ao Cietec - Incubadora de Empresas de Base Tecnológica de São Paulo USP/IPEN, foi realizado o projeto Dinos do Brasil. Trata-se de um *tour* virtual de aproximadamente 30 minutos através do tempo e espaço da pré-história brasileira, em especial a era dos dinossauros. O projeto está exposto permanentemente no Museu Catavento Cultural de São Paulo (Figura 21a, b), o espaço de ciências mais visitado do Brasil, com média de 10.000 visitantes diários, e é considerado o melhor espaço educativo de São Paulo.

A tecnologia *Oculus Rift* é considerada uma das maiores invenções dos últimos anos, e está revolucionando a área de entretenimento com uso da realidade virtual animada em grande campo de visão, movimento de cabeça, e alta resolução.

O conteúdo foi selecionado a partir do livro de minha autoria “Dinossauros e outros monstros – uma viagem à pré-história do Brasil”. Um trabalho como esse envolve, além do paleontólogo, profissionais como paleoartistas, responsáveis pelas ilustrações, engenheiros de computação, engenheiro mecatrônico, artistas 3D e 2D, produtor, programador, matemático, e designers de som. É possível conhecer o projeto em endereço na internet¹².

Como curador, trabalhei como responsável pela reconstrução anatômica e postura dos dinossauros em parceria com o paleoartista Rodolfo Nogueira, na reconstrução dos ambientes equivalentes às Formações Santa Maria (Triássico, RS), Botucatu (Cretáceo, SP, MG, MT), Alcântara, (Cretáceo, MA), Santana (Cretáceo, CE), Sousa (Cretáceo, PB), Adamantina (Cretáceo, MG). A narrativa desenvolveu-se, sempre que possível, de acordo a interpretação do registro geológico e paleontológico, evitando relatos ficcionais. Formações geológicas brasileiras com rochas contendo restos de dinossauros em seus ambientes originais incluem as formações Santa Maria (Triássico, e dinossauros Figura 21 c-f). Para o Cretáceo inferior foram reconstruídos os ambientes de sedimentação das Formações Botucatu, Sousa, Santana (dinossauros Figura 21 g-h), Alcântara, Itapecuru (Figura 21 i), e, no Cretáceo superior, Adamantina (dinossauro Figura 21 j) e Marília (dinossauros Figura 21 k-m).

De conteúdo e desenvolvimento essencialmente nacional, esse foi um projeto pioneiro sobre a pré-história brasileira, de narrativa não apenas aventureira, mas educacional, revelando vários aspectos da nossa geologia e paleontologia ao longo dos 160 milhões de anos retratados na animação, com diferentes dinossauros e outros animais extintos interagindo em cenários pré-históricos brasileiros.

¹² Link disponível em: <<http://www.dinosdobrasil.com.br>>

a. Catavento Cultural Educacional de São Paulo

b. Entrada para a sala Dinos do Brasil

c. Dinossauro *Pampadromaeus barberenai*

d. Dinossauro *Staurikosaurus pricei*

e. Dinossauro *Guaibasaurus candelariai*

f. Dinossauro *Saturnalia tupiniquim*

g. Dinossauro *Angaturama limai*

h. Dinossauro *Santanaraptor placidus*

i. Dinossauro *Amazonsaurus itapecuruensis*

j. Dinossauro *Brasilotitan nemophagus*

k. Dinossauro maniraptor

l. Dinossauro *Uberabatitan ribeiroi*

m. Dinossauro *Pycnonemosaurus nevesi*

Figura 21. a, Catavento Cultural Educacional e b, entrada da sala Dinos do Brasil; c – m, algumas das representações 3D de dinossauros brasileiros animados em realidade aumentada.

Uma sala com assentos para 22 pessoas foi especialmente construída no palácio que acolhe o Catavento Cultural Educacional, para servir de espaço permanente ao projeto Dinos do Brasil (Figura 22).

Figura 22. Sala para 22 pessoas no Catavento Cultural Educacional, São Paulo.

Livros

Que legal...você não me conhece, mas comprei seu livro no congresso de zôo em Cuiabá... fico muito feliz de ter presenteado uma pessoa com o seu livro autografado e ver a evolução desta história... Parabéns. Dele, tirei informações relevantes para educar meus alunos sobre fósseis, dinossauros e evolução... obrigado.. até comprei um exemplar para enriquecer as aulas...

Professor Colégio Mutirão - Bento Gonçalves, RS

W.L. Ago/2018

Em 2003 iniciei minha carreira como escritor de livros informativos de divulgação científica para crianças e adultos, jovens universitários e professores do ensino médio, fundamental e universitário.

O livro está entre as maiores e mais influentes ferramentas usadas na construção da cultura humana. Na atualidade, para crianças e adultos, são fundamentais no desenvolvimento de habilidades da linguagem e do pensamento crítico, ampliando o vocabulário e o entendimento do mundo à sua volta, e abrindo oportunidades para novas experiências pessoais com a natureza, consigo mesmo e com outros indivíduos. Os livros respondem dúvidas antigas e auxiliam na elaboração de novos questionamentos. Ajudam na construção da conduta moral e ética, e ampliam as possibilidades de escolha, afinando o discernimento entre o bem e o mal, e a tomada de decisões que determinarão os rumos da vida pessoal de cada um e da coletividade.

Países que priorizam a educação desde os primeiros anos escolares fazem amplo uso do conhecimento sobre a pré-história guardada em suas rochas no conjunto de disciplinas oferecidas na educação formal, minuciosamente descrita e ilustrada em livros. A pré-história é retratada em milhares de títulos, muitos deles específicos para determinadas regiões de um país ou continente. O desconhecimento e não utilização desse patrimônio cultural nacional no ensino formal em todos os níveis é notável, um desperdício de proporções inaceitáveis, especialmente no que diz respeito à educação básica. Crianças gostam de conversar sobre o passado da Terra, sobre como continentes e oceanos nasceram ou deixaram de existir, sobre as grandes catástrofes que mudaram os rumos da vida em toda a Terra, sobre os imensos animais e plantas que hoje não existem mais.

O fato é que não existia, até pouco tempo, livros abrangentes voltados à pré-história nacional para os diferentes públicos acomodados nas camadas do ensino formal. Livros didáticos fragmentam a pré-história brasileira entre as disciplinas de geografia, história e biologia, o que impede a contextualização do conhecimento, facilitadora do entendimento das sucessões de eventos cósmicos, geológicos e biológicos que ao longo de bilhões de anos construíram o mundo atual.

O conhecimento da pré-história de um país, juntamente com a língua, a arqueologia, a história, as tradições, o folclore, etc, faz parte do patrimônio cultural que deve ancorar o exercício da cidadania de cada um, determinante na tomada de decisões que definirá os rumos de uma nação, do uso de suas riquezas naturais, dos seus bens biológicos, geológicos, hidrológicos e paisagísticos. Sem exceção, as riquezas naturais guardadas nas rochas, e aquelas que revestem a superfície do território brasileiro, como também em todo o mundo, foram construídas ao longo de bilhões, centenas de milhões de anos no decorrer de uma imensa pré-história.

Atividades bacterianas precipitaram há pouco mais de dois bilhões de anos todo o ferro que hoje sustenta praticamente tudo o que construímos com cimento. Raras jazidas de carvão que hoje movimentam termoelétricas no sul do Brasil foram construídas enquanto florestas com 300 milhões de anos de idade eram guardadas em sedimentos onde hoje fica o estado de Santa Catarina. Mudanças climáticas ocorridas 230 milhões de anos atrás trouxeram às nossas terras os habitantes mais ilustres da pré-história mundial: os mais antigos dinossauros. Rochas porosas originadas a partir das areias de um imenso deserto de dunas que existiu no território brasileiro 140 milhões de anos atrás, guardam hoje o terceiro maior reservatório de água doce do mundo. Nessas areias, ficaram conservadas milhões de pegadas de dinossauros e outros animais que desafiaram a sequeidão. Sobre essas, a terra roxa, e toda a riqueza que dela se originou, nasceu de espessas camadas de magma que chegaram a superfície ao longo de 10 milhões de anos em meados da era dos dinossauros. Nos riftes que partiam o supercontinente Gondwana, afogados sob lagos de água doce, a vida acumulou seus restos que, milhões de anos mais tarde, dariam origem aos 80 bilhões de barris de petróleo hoje acumulados nas camadas pré-sal.

O brasileiro tem hoje sua alma erodida ao assistir, há décadas, o país ser destruído pelo mau uso das suas riquezas naturais, pelas catástrofes provocadas pelo vandalismo capitalista, sem mesmo conhecer suas origens. O consumo exagerado, estimulado por aqueles que governam o país, ilude os cidadãos, desviando sua atenção das riquezas naturais construídas ao longo da nossa pré-história.

O ensino formal há décadas prioriza o conhecimento exigido nos exames de ingresso às universidades, privando o cidadão brasileiro, desde os primeiros anos escolares, do conhecimento de como toda a natureza que o cerca foi construída. A catástrofe ambiental que vivemos na atualidade é fruto desse desconhecimento nas autoridades que governam o país. Em 40 anos, as crianças de hoje estarão à frente do país, com consciência ambiental ainda mais precária, e viveremos todos em uma região completamente transformada e destruída pelos seus cidadãos.

Os livros, assim como testemunhas da história da humanidade, estão entre as ferramentas de transformação mais poderosas, acessíveis e confiáveis que podem promover a dispersão desse conhecimento tão essencial a uma nação.

Como professor universitário, possuidor desse conhecimento privilegiado, desde que percebi a demanda social para livros relacionados à importante e interessantíssima área da ciência à qual estou envolvido, dediquei a maior parte do meu tempo na produção de livros infantis e adultos para que cidadãos brasileiros tenham acesso à pré-história do seu país.

Dinossauros e a pré-história

Os dinossauros viveram entre 231 e 66 milhões de anos durante a Era Mesozoica, quando catástrofes globais levaram à extinção a quase totalidade das linhagens. Durante esse tempo imenso de 165 milhões de anos, impulsionada pela geologia e a biologia, e por uma série de grandes impactos de asteroides e cometas, a superfície terrestre sofreu mudanças radicais tanto na sua fisiografia e clima, como na composição das biotas terrestre e marinha. Dessa forma, essa longa e complexa história teve os dinossauros como protagonistas, ótimos e eficientes atratores da atenção do público leigo ao interesse pela pré-história e pelas ciências naturais.

Diferentemente dos livros sobre dinossauros traduzidos para a língua portuguesa, cujo foco está quase sempre voltado aos próprios dinossauros e relações tensas entre si e com outros animais, a literatura que produzi ao longo desses anos teve objetivo maior. Os temas escolhidos e explorados objetivam a imersão do leitor nos variados eventos naturais biológicos, geológicos e cósmicos ocorridos no passado, construtores do mundo atual.

No entanto, livros de alcance popular necessitam de linguagem que traduza o jargão científico, na maioria dos casos direcionado e acessível somente aos cientistas, especialmente àqueles ligados ao tema. Assim, a penetração e o convencimento de grandes editoras para a produção de livros de conteúdo informativo exigiram um exercício literário que consumiu anos de trabalho. Na atualidade, meus trabalhos estão em trânsito em sete editoras, dentre as oito que já publicaram livros de minha autoria.

Reconhecimento e adoções

Três de meus livros retratando exclusivamente os dinossauros e a pré-história brasileira (Figura 23g, 2010; h, 2011; j, 2015) foram selecionados entre os dez melhores do Brasil na categoria Ciências da Natureza para concorrer ao maior prêmio da literatura nacional, o Prêmio Jabuti. O livro *Dinos do Brasil* (Figura 23h), foi considerado em 2011 o melhor livro infanto-juvenil no Brasil pela Fundação Nacional do Livro Infanto Juvenil (FNLIJ), tendo recebido o Selo Altamente Recomendável. Três outros livros (Figura 23j, k, o) foram selecionados para representar a literatura brasileira na Feira de Bologna, na Itália.

Portanto, livros infantis e para o público leigo adulto e universitário tratando da pré-história brasileira, pela primeira vez, alcançaram honrado reconhecimento na literatura nacional, tendo sido adotados por órgãos públicos chegando à milhares de crianças no Estado de São Paulo e, mais recentemente, nacionalmente (2017).

Adoções de órgãos públicos totalizam 32.546 exemplares:

O guia completo dos dinossauros (g)

dez./2010 – 72 exemplares – Secretaria Municipal de Cultura de SP

ago./2013 – 5.100 exemplares – Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE)
– programa Sala de Leitura

Dinos do Brasil (h)

jun./2012 – 139 exemplares – Secretaria Municipal de Cultura de SP

nov./2013 – 22.050 exemplares – Fundação para o Desenvolvimento da Educação (FDE) – programa Livros na Sala de Aula

jan./2017 – 1.620 exemplares – Secretaria Municipal de Educação de SP

ABC Dinos (o)

abr./2017 – 450 exemplares – Projeto de Leitura – Bibliotecas Comunitárias (Brasil)

jun./2017 – 115 exemplares – Projeto de Leitura – Bibliotecas Comunitárias (Brasil)

set./2017 – 3.000 exemplares – Projeto de Leitura – Bibliotecas Comunitárias (Brasil)

Em 2017, em coautoria para livros infantis, a escritora Celina Bodenmüller e eu demos início ao projeto literário “Dinos na Escola”, com o propósito da adoção de livros em estabelecimentos escolares na cidade de São Paulo. 1498 livros tratando da pré-história brasileira foram adotados em 2018 em projetos escolares em nove escolas da grande São Paulo.

A tão extensa quanto desconhecida pré-história brasileira, com sua rica e variada geologia e paleogeografia, e seus animais e plantas hoje extintos, está renascendo nas escolas como ferramenta útil para o ensino formal, como entretenimento intelectual, e para expandir ações de inclusão social.

Pelo segundo ano (2016, 2018) fui convidado para participar de reuniões com professores e alunos, bem como realizar palestras e visitas a escolas bilíngues do

ensino fundamental no estado de Utah, EUA, (*Portuguese Dual Language Immersion, Utah State Board of Education, Dual Language Immersion, Tooele County School District*).

Livros de minha autoria (Figura 23) têm sido utilizado por 600 alunos em aulas de ciências realizadas em português em seis escolas do ensino básico no estado de Utah (Figura 22a).

Tenho grande interesse nesses encontros devido ao meu já extenso trabalho de divulgação científica relativo à pré-história do Brasil, tanto para divulgação científica do meu trabalho no exterior, como para adoção em escolas do ensino básico (Figura 22b) e médio e universidades brasileiras.

a. Escola do ensino básico, Utah, EUA

b. Escola de educação infantil, São Paulo

Figura 22. a, Rocky Mountain Elementary School, Lindon, Utah; b. escola Giroflê-Girofla, São Paulo.

Nesse momento, encontra-se em processo de impressão em editora especializada em livros para bebês, o título *Bebê Dino* (Figura 23p). Nem tão imponente como outros livros para adultos, *Bebê Dino* tem muita importância porque, com ele, reúno obras com conteúdo para todas as idades, incluindo adultos professores, jovens universitários, adolescentes do ensino médio, crianças do ensino fundamental, crianças em idade de alfabetização, e agora bebês.

a. Anelli, 2003

b. Anelli, 2003

c. Camolez e Anelli, 2005

d. Anelli et al. 2006

e. Anelli, 2007

f. Anelli, 2009

g. Anelli, 2010

h. Anelli, 2011

i. Anelli e Bodenmüller, 2015

j. Anelli, 2015

k. Anelli e Bodenmüller, 2015

l. Bodenmüller e Anelli, 2015

m. Anelli e Bodenmüller, 2017

n. Anelli e Nogueira, 2017

o. Bodenmüller e Anelli, 2018

p. Bodenmüller e Anelli, 2018

Figura 23. a-p, capas dos livros publicados como autor único e em parcerias.

Selos

Em 2014 o Correios do Brasil solicitou minha curadoria para produção de uma quadra de selos sobre animais pré-históricos do Brasil (Figura 24). Representando as três grandes eras, e encontrados em várias regiões do Brasil, 900 mil selos levaram esse patrimônio cultural da nossa pré-história praticamente desconhecido para centenas de milhares de brasileiros.

Além da função monetária prática, selos são colecionáveis, e podem ajudar crianças e adultos a desenvolver habilidades como organização, classificação e paciência. Coleções de selos estimulam a pesquisa, e porque registram parte da história de um país, mais uma vez a vida pré-histórica pode aproximar os cidadãos de uma nação da própria cultura e do país onde vivem.

Ainda em 2014, a quadra de animais pré-históricos recebeu o prêmio “Melhor Selo de 2014” nas categorias Voto Popular e Arte Filatélica.

Figura 24. Quadra de selos de animais pré-históricos brasileiros.

Blog

Em 2018, em parceria com Celina Bodenmüller, dei início ao Blog “Dinossauros – Arquivos da pré-história”, no jornal “O Estado de São Paulo”¹³, com a finalidade de tratar de questões ligadas especialmente à vida pré-histórica no Brasil (Figura 25).

BLOG

Dinossauros Arquivos da pré-história Luiz e Celina

13 Fevereiro 2018 | 16h00

Figura 25. Ilustração de abertura do Blog no Jornal “O Estado de São Paulo”.

¹³ Link disponível em: <<https://ciencia.estadao.com.br/blogs/dinossauros/>>

Projetos em andamento

Em 2016 fui convidado pela Secretaria da Educação de São José dos Campos para curadoria e elaboração do módulo sobre a Origem e Desenvolvimento da Vida para o Centro de Ciências de São José dos Campos. Para isso, diversas réplicas e modelos em vida de animais pré-históricos foram desenvolvidos (Figura 26) por paleoartistas. O projeto se encontra hoje parado por questões políticas.

a. Modelo em vida de preguiça gigante.

b. Modelo em vida de Ave Terror.

c. Modelo em vida de *Sacisaurus agudoensis*.

d. Esqueleto do dinossauro *Oxalaia* (11 metros).

e. Esqueleto do pterossauro *Tropeognathus*.

Figura 26. a – e, modelos em vida e esqueleto de dinossauro construídos sob minha curadoria para o Centro de Ciências em São José dos Campos.

Coluna Revista Recreio

Entre 2014 e 2018 respondi para crianças, na Revista Recreio, centenas de perguntas sobre os dinossauros (Figura 27).

Figura 27. Coluna na Revista Recreio com resposta á pergunta “Dinossauros comiam frutas?” (e caricatura própria!).

Estímulo à Paleoarte

Durante os vários de trabalhos que realizei, paleoartistas tiveram sua arte, ilustrações, esculturas e animações 3D, contratadas e remuneradas por editoras e organizadores de exposições.

Ilustrações e modelagem 3D

Gustavo de Mattos Accacio – Livro (Figura 23b) e exposição (Figura 14).

Kal Mokross – Livro (Figura 23c).

Felipe Alves Elias – Livros (Figura 23d, e, f, g, h, k) e exposição (Figuras 16, 17).

Júlio Lacerda – Livro (Figura 23j, m) e exposição.

Pietro Antognioni – Livro (Figura 23 m, n).

Rodolfo Nogueira – Livro (Figura 23), Selos (Figura 24), e animação 3D (Figuras 21c-m).

Thomas Hardtmann – Livro (Figura 23m, p).

Camila Alli Chair – Livro (em preparação).

Modelagens

Kao Scarpini - Modelagem de esqueletos (Figura 14a - c).

Estúdio Criando Criaturas - Modelagem de esqueletos (Figura 20a, b).

Alcina Alves Ângela – Modelagem de crânios (Figura 9a - m).

Ariel Milani – Modelagem de esqueletos e reconstrução em vida (Figuras 17 b -f; 26a - d).

Beatriz Beloto – Modelagem de esqueletose reconstrução em vida (Figura 17 b -f; 26a - d).

Helder da Rocha – Modelagem de pterossauros (Figura 26e).

Conclusão

O último livro de divulgação científica sobre a pré-história brasileira produzido por um professor do Instituto de Geociências (IGc) foi publicado pelo paleontólogo Josué Camargo Mendes (Mendes, 1970) quase 50 anos atrás, quando a maioria dos professores hoje em atividade no neste Instituto ainda não havia ingressado na Universidade, e uma boa parte desses, nem mesmo havia nascido. Material didático voltado ao ensino da paleontologia nunca havia sido produzido na Universidade de São Paulo (USP) em toda a sua história.

Desse modo, trilhar o caminho da produção de material para o ensino e realizar ações para divulgação científica em paleontologia no Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo, foi bastante desafiador.

Se por um lado boa parte do meu tempo foi consumido em atividades praticamente novas e não tradicionais, contrário ao caminho seguido pela maioria, senão a totalidade dos professores, por outro, uma nova frente de atuação se abriu e cresceu no IGc.

Minhas atividades por incontáveis vezes levaram a pré-história brasileira, e com ela o Instituto de Geociências, à grande mídia televisiva, ao rádio, à internet, aos jornais, ao TEDx-São Paulo para falar sobre a pré-história brasileira para 10 mil pessoas em um único evento.

A universidade é também o local onde se cria a cultura do país. Professores não são robôs, e adentram a universidade com três missões principais: a docência, a pesquisa e a extensão universitária, e devem ter liberdade para criar.

Se tivesse deixado de escrever livros de divulgação científica para professores adultos, jovens universitários, e crianças, deixar de arrecadar recursos para a produção de grandes exposições temporárias e permanentes, e não produzir material didático de apoio para professores, nessa que é uma das áreas mais interessantes das ciências, a paleontologia, teria traído a confiança da sociedade em mim investida ao remunerar meu trabalho ao longo de 23 anos.

Por outro lado, sem a dedicação de geólogos e paleontólogos brasileiros à pesquisa, meu trabalho jamais teria sido realizado. A universidade precisa de todos os tipos de talentos. Nenhum de nós é melhor sozinho.

Não é aceitável que exista um abismo tão amplo e profundo entre o que se faz na universidade e a sociedade. Atualmente, sem a divulgação científica em todas as suas formas, boa parte do que se estuda no registro paleontológico brasileiro chegaria à sociedade completamente irreconhecível e imperceptível na cadeia de produção, escondida nos resultados de trabalhos, por exemplo, sobre estratigrafia e mapeamento geológico.

Nesse documento descrevi parte da minha atuação universitária até 2018. Minhas ações não apenas pavimentaram o caminho para novos projetos já em andamento e, seguramente, abriram caminho importante para uma nova geração de divulgadores dessa ciência maravilhosa.

Referências

- ALEXANDER, R. What Is pedagogy? In: Hall, K.; Murphy, P.; Soler, J. (Eds.). *Pedagogy and practice: culture and identities*. London: SAGE, 2008.
- ANELLI, L. E. 2017. *O Brasil dos dinossauros*. Ilustrado por Rodolfo Nogueira. São Paulo: Editora Marte, 2017. 132p.
- ANELLI, L. E. *Conhecendo os dinossauros - histórias reunidas*. São Paulo: Ciranda Cultural, 2003. 180p.
- ANELLI, L. E. *Dinossauros e outros animais pré-históricos*. São Paulo: Gabinete Cultura, 2006. 104p.
- ANELLI, L. E. *Dinossauros e outros monstros: uma viagem à pré-história do Brasil*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2015. 246p.
- ANELLI, L. E. *Evolução dos bichos*. São Paulo: Oficina de Textos, 2007. 60p.
- ANELLI, L. E. *Extinção é para sempre: A história dos mamíferos gigantes da América do Sul*. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 24p.
- ANELLI, L. E. *O guia completo dos dinossauros do Brasil*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2010. 220p.
- ANELLI, L. E. *O guia completo dos dinossauros do Brasil*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2010. 224p.
- ANELLI, L. E.. *Dinossauros e outros monstros. Uma viagem à pré-história do Brasil*. São Paulo: Peirópolis/Edusp, 2015. 248p.
- ANELLI, L. E.; BODENMÜLLER, C. *Almanaque dos Dinossauros*. São Paulo: Moderna, 2017. 88p .
- ANELLI, L. E.; BODENMÜLLER, C. *Colorindo os dinossauros do Brasil*. 1. ed. 64p.
- ANELLI, L. E.; BODENMÜLLER, C. *Dinossauros: o cotidiano dos dinos como você nunca viu*. São Paulo: Panda Books, 2015. 55p.
- ANELLI, L. E. *Dinos do Brasil*. São Paulo: Peirópolis, 2011. 82p.
- ARAUJO, A. G. M. On vastness and variability: cultural transmission, historicity, and the Paleoindian record in eastern South America. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 87, n. 2, p. 1239–58, 2015.
- BODENMÜLLER, C.; ANELLI, L. E. *ABCD Espaço*. São Paulo: Editora Peirópolis, 2018. 64p.
- BODENMÜLLER, C.; ANELLI, L. E. *ABCDinos*. São Paulo: Peirópolis, 2015. 63p.

BRASIL. Decreto-lei nº 4146, de 4 de março de 1942. Dispõe sobre a proteção dos depósitos fossilíferos. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para Assuntos Jurídicos, Rio de Janeiro, RJ, 31 de dez. 1942. Coleções de Leis do Brasil. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/1937-1946/Del4146.htm>. Acesso em: 11 set. 2018.

BUENO, L.; DIAS, A. Povoamento inicial da América do Sul: contribuições do contexto brasileiro. *Estudos Avançados*, v. 29, n. 83, p. ,jan./apr. 2015.

CARDOSO, D.C.; CRISTIANO, M. P.; ARENT, C. O. Development of new didactic materials for teaching science and biology: the importance of the new education practices. *Online Journal of Biological Sciences*, v. 9, p. 1-5, 2009.

CASANOVA, M.A.; COUTINHO, L. M.; CAMPOS, G. H. B.; MOTTA, C.L.R. Learning objects: separating content from didactics. In: CONGRESSO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DA COMPUTAÇÃO, 24.; SEMINÁRIO INTEGRADO DE SOFTWARE E HARDWARE, 31., 2004, Salvador. *Anais...Porta Alegre: Sociedade Brasileira de Computação*, 2004. v. I. p. 25-39.

DIAS-BRITO, D. et al. Floresta Petrificada do Tocantins Setentrional – O mais exuberante e importante registro florístico tropical-subtropical permiano no Hemisfério Sul. In: WINGE, M. et al. (Ed.). *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. Brasília: SIGEP/CPRM, 2009. V. 2. Disponível em: <http://sigep.cprm.gov.br/SIGEP_Vol_II.pdf>. Consultado em: 18 set. 2018.

DODD, M. S. et al. Evidence for early life in earth's oldest hydrothermal vent precipitates nature, v. 543, p.60–64, mar. 2017.

EMMANUEL J. P. et al. The timing of eukaryotic evolution: does a relaxed molecular clock reconcile proteins and fossils? *PNAS*, v. 101, n. 43, 15386–15391, Oct.2004.

GARCIA, M. G. M. *et al.* The inventory of geological heritage o the state of São Paulo, Brazil: methodological basis, results and perspectives. *Geoheritage*, v. 10, p. 239-258, 2018.

JABLONSKI, D.; SHUBIN, N. H. The future of the fossil record: Paleontology in the 21st century. *PNAS* , v. 112, n.16, p.4852-4858, 2015.

LAURIN M; SUES H Robert R. Reisz: renaissance paleontologist. *Comptes Rendus Palevol.*, v. 12, n. 7–8, p. 393–404, 2013.

LAURIN, M.; CANOVILLE, A.; QUILHAC, A. Use of paleontological and molecular data in supertrees for comparative studies: the example of lissamphibian femoral microanatomy. *Journal of Anatomy*, v. 215, n. 2, p. 110–123, 2009.

MARTINS, J. R. S.; CARNEIRO, C. DAL RÉ. Contribuições do ensino de geociências à formação de uma massa crítica de professores e investigadores. *Revista Terrae Didática*, v. 10, p. 368-377, 2015.

MAYR, E. Darwin's influence on modern thought. p. 130-136. In: Robbins, R. H.; Cohen, M.N. Darwin and the bible: the cultural confrontation. Londres: Routledge, 2009. 216 p.

MENDES, J. C. Conheça a pré-história brasileira. São Paulo: Editora: Polígono/Edusp, 1970. 172p.

MENDES, J. C. Vida Pré-histórica. São Paulo: Melhoramentos, 1977. 160p.

MESQUITAR, F.; SOUSA, L. R. M.; MATOS, F. R. N.; MONTE, A. L. A. Comportamento turístico dos visitantes do Parque Nacional da Serra da Capivara. *Tourism & Management Studies*, v. 11, n. 2, p. 78-85, 2015.

PEARSON; P. N. NICHOLAS, C. J. Marks of extreme violence: Charles Darwin's geological observations at St Jago (São Tiago), Cape Verde Islands. London: Geological Society, 2007, p. 239-253. (Special Publications, 287).

REISZ, R. R., SUES, H.D. The challenges and opportunities for research in paleontology for the next decade *Frontiers in Earth Science*, v.3, n.9, p.43-46, 2015.

SANCHEZ, S.; TAFFOREAU, P.; CLACK, J. A.; AHLBERG, P. E. Life history of the stem tetrapod *Acanthostega* revealed by synchrotron microtomography. *Nature*, v. 537, p. 408-411, 2016.

SANTOS, V. M. N. Ensino em Geociências no estudo do ambiente: contribuições à formação de professores e cidadania. *Geologia USP. Publicação especial*, São Paulo, v. 6, 2013. doi:10.11606/issn. 2316-9087.v6i0p11-18.

STERLI, J. Phylogenetic relationships among extinct and extant turtles: the position of Pleurodira and the effects of the fossils on rooting crown-group turtles *Contributions to Zoology*, v. 79, n.3, p. 93-106, 2010.

THEWISSEN, J. G. M. The Walking whales: from land to water in eight million years. Oakland: University of California Press, 2014. 248p.

TOLEDO, M. C. M. et al. Projeto de criação do curso de Licenciatura em Geociências e educação ambiental. *Geologia USP. Publicação especial*, São Paulo, v. 3, p.1-11, 2005. doi:10.11606/issn.2316-9087.v3i0p1-11.

VILAÇA, M. L. C. O Poder do professor como elemento de desconstrução do conhecimento. *Cadernos de Letras da UFRJ*, Rio de Janeiro, v. 21, p. 43-54, 2004.

WEGENER, A. The origins of continents *Geologische Rundschau*, v. 3, p. 276-292, 1912.

WENDLAND, E.; RABELO, J. L.; ROEHRIG, J. Guarani Aquifer System - The Strategic Water Source in South America. *Technology, Resource Management and Development*, Cologne, v. 3, p. 181-188; 2004.

WEST, A. R. Multidisciplinary investigations on the origins and evolution of the extinct ungulate order Notoungulata (Mammalia: Placentalia) and the extinct muskox genus *Bootherium* (Mammalia: Artiodactyla: Bovidae). 2017. (Master Dissertation) - Columbia University, New York, 2017. doi: 10.7916/D8N3086Z.