



DOUGLAS CESAR DE ALMEIDA

O Campo do Céu Brasileiro: A História dos Meteoritos Campinorte e Uruaçu e a Criação do Hall dos Meteoritos

Universidade Federal de Goiás

Agosto / 2024

**O CAMPO DO CÉU BRASILEIRO: A HISTÓRIA DOS METEORITOS
CAMPINORTE E URUAÇU E A CRIAÇÃO DO HALL DOS METEORITOS**

DOUGLAS CESAR DE ALMEIDA

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
História da Faculdade de História da UFG, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de mestre em Ensino de História.

Orientador: Prof. Dr. Marlon Jeison Salomon

GOIÂNIA

2024

DOUGLAS CESAR DE ALMEIDA

**O CAMPO DO CÉU BRASILEIRO: A HISTÓRIA DOS METEORITOS
CAMPINORTE E URUAÇU E A CRIAÇÃO DO HALL DOS METEORITOS**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-Graduação em Ensino de
História da Faculdade de História da UFG, como
parte dos requisitos necessários à obtenção do
título de mestre em Ensino de História.

Orientador: Prof. Dr. Marlon Jeison Salomon

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do
Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Almeida, Douglas Cesar de

O Campo do Céu Brasileiro [manuscrito] : A História dos Meteoritos
Campinorte e Uruaçu e a criação do Hall dos Meteoritos / Douglas Cesar
de Almeida. - 2024.

cccxix, 319 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. Marlon Jeison Salomon.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Goiás,
Faculdade de História (FH), Programa de Pós-graduação em Ensino de
História, Goiânia, 2024.

Bibliografia.

Inclui siglas, mapas, abreviaturas, símbolos, tabelas, lista de
figuras.

1. História da Ciência. 2. Meteorítica. 3. Patrimônio, Acervos e
Museus. 4. Espaços de Memória. 5. Ensino de História. I. Salomon,
Marlon Jeison, orient. II. Título.

CDU 94

Dedicado a todos(as) aqueles “escolhidos” que assistiram a uma queda de um meteoro e tornaram-se iniciados na ciência da meteorítica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus.

Agradeço à beleza do universo e à oportunidade de contemplá-lo.

Agradeço aos coros angélicos e aos(as) santos(as) que nos guiam e nos protegem.

Agradeço à minha família, especialmente aos meus pais Rizo Cesar Feitosa e Afrânio José de Almeida; ao meu padrasto Wires Markidan Claudino de Oliveira; à minha madrasta Neuza Helena de Carvalho; às minhas madrinhas Vandair Alves da Silva e Lizete Macedo de Sales Santos; e ao meu padrinho Sérgio Luiz Borges; aos meus avós maternos Izabel Feitosa de Alencastro e Raul Morais Cesar; aos meus avós paternos Izabel Eulalia de Jesus e Adolfo Alves de Almeida; aos meus irmãos Paulo Cesar de Almeida e Larissa Cesar de Almeida; ao meu sobrinho e afilhado Maxime Pavlovic. Agradeço à toda a família pela torcida e pelo apoio durante a realização dessa pesquisa.

Agradeço à todos(as) aqueles que auxiliariam na execução dessa dissertação, e a lista é extensa. Agradeço especialmente aos *designers* Filipe Medeiros e Lucas Venícius Ferreira da Costa pelos seus desenhos que tornaram essa dissertação mais bela e agradável. Agradeço aos cartógrafos Arlisson Cunha e N. Santos pela elaboração dos mapas. Agradeço à Ana Luísa Brito, André Antônio Ribeiro, André Moutinho e Gabriel Barros que gentilmente nos cederam as suas fotografias que enriquecem esse trabalho. Agradeço à Biblioteca do Museu Nacional (BMN), à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e à Patrícia dos Santos Costa e à Celeste Velasco pelo auxílio ao acesso à documentos históricos relevantes para a escrita dessa obra. Agradeço à Ana Márcia Santana Lima, supervisora do Centro de Documentação Jornalística (CEDOC) da Rede Anhangüera de Comunicação (RAC) e do Grupo Jaime Câmara, bem como ao departamento, pela cortesia no fornecimento de uma notícia imprencídível para o sucesso dos nossos projetos.

Agradeço aos amigos Sandra Mara Cassiano de Oliveira e Ricardo Lima de Alcântara. Agradeço aos amigos Maria Luíza Gonçalves e Eurídice Gonçalves e a Papelaria e Distribuições Primavera em Goiânia pelo apoio logístico de suma importância para a execução dessa obra.

Agradeço à CAPES pela concessão da bolsa de estudos. Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) pela concessão do fomento para o desenvolvimento dos nossos projetos.

Agradeço à Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), à Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) e à Universidade Federal de Goiás (UFG). Agradeço ao programa ProfHistória pela oportunidade. Agradeço aos docentes que nos acompanharam durante essa pesquisa, em especial aos docentes Breno Mendes, Carmem Zeli de Vargas Gil, Clarissa Adjuto Ulhoa, Cristiano Alencar Arrais, Cristiano Nicolini, Heloisa Selma Fernandes Capel, Ivan Lima Gomes, Luiz Sérgio Duarte, Marcelo Souza Magalhães, Melina Perussatto, Rafael Saddi, Sônia Maria de Magalhães e Yussef Daibert Salomão. Agradecimento especial ao meu orientador Marlon Jeison Salomon por todo apoio dado ao longo da pesquisa.

Agradeço aos meus alunos e às minhas alunas, especialmente aqueles(as) que contribuíram para o desenvolvimento dessa dissertação, em especial à Geowana Alves de Araújo.

Agradeço à André Moutinho, à Ana Lúcia Ramos Auricchio e ao Canal Mineral pelo fornecimento de meteoritos, rochas, minerais e minérios para a criação de uma exposição itinerante de meteoritos.

Agradeço aos(as) amigos(as) Cláudia Regina Vasconcelos Bertoso Leite, Elba Ferraz e Lindomar José Rocha.

Agradeço à Alexander von Humboldt, Carl Sagan e Masami Kurumada por nos fazerem pensar o cosmos de forma poética.

Agradeço ao leitor e à leitora dessa obra e que ela possa ser útil na sua jornada em busca do conhecimento.

"Se alguém deseja uma vasta ciência, ela sabe o passado e conjectura o futuro; conhece as sutilezas oratórias e revolve os enigmas; prevê os sinais e os prodígios, e o que tem que acontecer no decurso das idades e dos tempos."
(Sabedoria 8:8)

RESUMO

A dissertação discute a história, a historiografia, a patrimonialização, a musealização e o ensino relacionado aos meteoritos a partir da revisão bibliográfica, pesquisa documental e pesquisa empírica em sala de aula. O objetivo foi resgatar as histórias dos meteoritos Campinorte e Uruaçu através de experiências interdisciplinares de ensino em sala de aula a fim de explorar essas micro-histórias e as suas possibilidades de intervenção na prática pedagógica. Inicialmente reconstruímos a história dos meteoritos e da meteorítica, em escala global e nacional, destacando os principais fatos históricos relacionados a ciência meteorítica no mundo e no Brasil, ao mesmo tempo que, trazemos algumas sugestões de fontes e contribuições metodológicas e historiográficas para futuros pesquisadores e docentes que queiram explorar as micro-histórias relacionadas aos meteoritos em uma dimensão local. Também discutimos a patrimonialização e a musealização de meteoritos, enfatizando a necessidade de preservação e conservação de sítios meteoríticos, e descrevendo as principais dificuldades relacionadas a musealização e monumentalização de meteoritos no país. Em seguida debatemos sobre as potencialidades e limitações da utilização da meteorítica como objeto de conhecimento no ensino-aprendizagem, a partir da análise de conteúdo das matrizes curriculares, das interfaces entre o ensino de história da ciência com as abordagens HFC, CTSA e STEAM, com sugestão de adoção de uma nova abordagem baseada na ludicidade, nos hobbies científicos, no amadorismo e nos princípios da ciência cidadã articulada com a aprendizagem baseadas em projetos. Trazemos também algumas sugestões de ações educativas que podem ser adotadas por docentes, bem como algumas experiências de ensino advindas da pesquisa empírica realizada em sala de aula a partir da reconstrução da história dos meteoritos Campinorte e Uruaçu. Como conclusões, foi verificado que os meteoritos são um objeto do conhecimento pouco explorado no ensino, mas que é um tema atraente ao público e que pode trazer certa identidade a uma localidade, bem como ser uma forma de estímulo ao ensino interdisciplinar de história, de ciências e da história da ciência em uma dimensão local. Destarte, elegemos como propositiva de ensino a criação de uma exposição de meteoritos, de natureza itinerante, semipermanente ou permanente, com enfoque na elaboração de painéis expositivos a partir de arte digital, exibição de meteoritos, impactitos, fulguritos, pedras de raio e objetos da cultura material relacionados a cultura dos meteoritos e trazemos um tutorial para a instalação de câmeras de monitoramento de meteoros para capturas em vídeo de meteoros, fireballs e bólidos.

PALAVRAS-CHAVE: História da Ciência; Meteorítica; Meteorito; Patrimônio, Acervos e Museus; Espaços de Memória; Ensino de História.

ABSTRACT

The dissertation discusses the history, historiography, patrimonialization, musealization and teaching related to meteorites based on bibliographical review, documentary research and empirical research in the classroom. The objective was to rescue the stories of the Campinorte and Uruaçu meteorites through interdisciplinary teaching experiences in the classroom in order to explore these micro-histories and their possibilities for intervention in pedagogical practice. Initially, we reconstruct the history of meteorites and meteoritics, on a global and national scale, highlighting the main historical facts related to meteoritic science in the world and in Brazil, at the same time, we bring some suggestions of sources and methodological and historiographical contributions for future researchers and teachers who want to explore micro-histories related to meteorites in a local dimension. We also discuss the patrimonialization and musealization of meteorites, emphasizing the need for preservation and conservation of meteorite sites, and describing the main difficulties related to the musealization and monumentalization of meteorites in the country. We then debated the potentialities and limitations of using meteoritics as an object of knowledge in teaching-learning, based on the content analysis of the curricular matrices, the interfaces between the teaching of history of science with the HPS, STSE and STEAM approaches, with suggestion to adopt a new approach based on playfulness, scientific hobbies, amateurism and the principles of citizen science articulated with project-based learning. We also bring some suggestions for educational actions that can be adopted by teachers, as well as some teaching experiences arising from empirical research carried out in the classroom based on the reconstruction of the history of the Campinorte and Uruaçu meteorites. As conclusions, it was verified that meteorites are an object of knowledge that is little explored in teaching, but that it is an attractive topic to the public and that can bring a certain identity to a location, as well as being a way of stimulating the interdisciplinary teaching of history, sciences and the history of science in a local dimension. Therefore, we chose as a teaching proposal the creation of an exhibition of meteorites, of an itinerant, semi-permanent or permanent nature, with a focus on the creation of exhibition panels based on digital art, display of meteorites, impactites, fulgurites, lightning stones and objects of material culture related to meteorite culture and we bring a tutorial for installing meteor monitoring cameras for video captures of meteors, fireballs and bolides.

KEY-WORDS: Science History; Meteoritics; Meteorite; Heritage, Collections and Museums; Memory Spaces; History Teaching.

LISTA DE IMAGENS

Imagen 1 – Fotografia do meteorito Campinorte possivelmente no local exato do achado

Imagen 2 – Meteorito Campinorte aparentemente sendo enterrado em um buraco em 2008

Imagen 3 – “O Homem do Meteorito”

Imagen 4 – Meteorito Campinorte provavelmente no quintal da residência da família Braz Oliveira localizada no município de Campinorte entre 2008-2021

Imagen 5 – *Frame* da reportagem da TV Anhanguera em 20/02/2013 mostrando a paisagem onde o meteorito Campinorte foi achado

Imagen 6 – *Frame* da reportagem da TV Anhanguera em 20/02/2013 sobre o meteorito Campinorte mostrando a entrevista realizada com Eli Braz Oliveira

Imagen 7 – Maria Elizabeth Zucolotto e o meteorito Campinorte em 2013

Imagen 8 – Meteorito Campinorte em 2013

Imagen 9 – Buraco ou possível cratera de impacto existente no local do achado do meteorito Campinorte em 2013

Imagen 10 – José Braz Oliveira e a descoberta de um possível novo meteorito em 2020

Imagen 11 – Peça gráfica divulgando a venda do meteorito Campinorte

Imagen 12 – Registro fotográfico da expectativa dos pesquisadores brasileiros na recepção do meteorito Campinorte no Rio de Janeiro

Imagen 13 – Chegada do caminhão-baú com o meteorito Campinorte ao Rio

Imagen 14 – Chegada do meteorito Campinorte ao Rio de Janeiro

Imagen 15 – Meteorito Campinorte no caminhão-baú e a faixa comemorativa homenageando o objeto em sua chegada ao Rio de Janeiro

Imagen 16 – Cientistas brasileiros na UFRJ

Imagen 17 – Pesquisadoras brasileiras protagonistas na musealização do meteorito Campinorte

Imagen 18 – As Meteoríticas Amanda Tosi, Diana Andrade e Maria Elizabeth Zucolotto e o meteorito Campinorte

Imagen 19 – Meteorito Campinorte no *hall* de entrada do Museu da Geodiversidade

Imagen 20 – Torrão de Água Quente

Imagen 21 – O especialista norte-americano em meteoritos John T. Wasson

Imagen 22 – Comunicação sobre meteoritos brasileiros

Imagen 23 – Detalhe da comunicação sobre meteoritos brasileiros destacando o encontro de uma quinta massa do meteorito Urucáu

Imagen 24 – Wilton P. Carvalho e Maria Elizabeth Zucolotto no campo de dispersão em Niquelândia pesquisando novas amostras do meteorito Urucáu

Imagen 25 – Massa principal do meteorito Urucáu

Imagen 26 – Detalhe da massa principal do meteorito Urucáu

Imagen 27 – O caçador de meteoritos José Maria Monzon escava um meteorito em Urucáu, Goiás

Imagen 28 – Certificado de autenticidade do meteorito Urucáu obtido a partir de uma amostra comercializada na *internet*

Imagen 29 - Identidade visual da Exposição do Norte Goiano do Bicentenário da Independência do Brasil: 200 Anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil

Imagen 30 – Capa da apresentação de *slides* “como caçar meteoritos” apresentado na oficina caçadores de meteoritos

Imagen 31 – Protótipo de exposição de meteoritos

Imagen 32 - Pôster “como caçar meteorito”

Imagen 33 – Painéis do meteorito Campinorte e do meteorito Urucáu confeccionados a partir de um *template*

Imagen 34 – Exemplo de um *template* para utilizar em sala de aula

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapeamento de crateras de impactos oficiais e prováveis no Brasil de 1960 a 2014

Mapa 2 – Mapeamento das ocorrências de meteoritos no Brasil de 1784 a 2021

Mapa 3 - Mapa do local do achado do meteorito Campinorte

Mapa 4 – Imagem de satélite do local do achado do meteorito Campinorte

Mapa 5 – Detalhe do mapa municipal estatístico de Campinorte mostrando o local do achado do meteorito Campinorte

Mapa 6 – Detalhe da carta topográfica de Campinorte mostrando o local do achado do meteorito Campinorte

Mapa 7 – Mapa do local do achado do meteorito Uruaçu

Mapa 8 – Imagem de satélite do local do achado do meteorito Uruaçu

Mapa 9 – Detalhe do mapa municipal estatístico de Niquelândia que mostra o local do achado do meteorito Uruaçu

Mapa 10 – Detalhe da carta topográfica de Niquelândia que mostra o local do achado do meteorito Uruaçu

Mapa 11 - Imagem de satélite em 3D mostrando a distância dos locais de queda dos Meteoritos Campinorte e Uruaçu, o provável “Campo do Céu Brasileiro”.

Mapa 12 - Perímetro e área demarcada entre Campinorte, Uruaçu e Niquelândia para captura de possíveis futuros meteoritos

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Ficha do Meteorito Campinorte no *Meteoritical Bulletin* Nº99

Tabela 2 – Ficha do Meteorito Uruaçu no *Meteoritical Bulletin* Nº86

Tabela 3 – Massas Recuperadas do Meteorito Uruaçu

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas
ABP – Aprendizagem Baseada em Projetos
a.C. – Antes de Cristo
AEE – Atendimento Educacional Especializado
AFMS - *The American Federation Of Mineralogical Societies*
AMS – *American Meteor Society*
AMS – Accelerator Mass Spectrometry ou Espectrometria de Massa com Acelerador
ANSMET – *The Antarctic Search for Meteorites*
AMNH – *American Museum of Natural History*
Ba – Bilhões de anos atrás ou Giga-Ano
BNCC – Base Nacional Curricular Comum
BRAMON - *Brazilian Meteor Observation Network*
c. – Cerca
CAIs – *Calcium-Aluminium-Rich Inclusion* ou Inclusão Rica em Cálcio-Alumínio
CBPF – Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas
CCMN - Centro de Ciências Matemáticas e da Natureza
CCTECA - Casa de Ciência e Tecnologia de Aracaju
CEAMIG - Centro de Estudos Astronômicos César Lattes de Minas Gerais
CÉREGE - *Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement*
CT – Ciência e Tecnologia
CT&I – Ciência, Tecnologia e Inovação
CFTV – Câmera de Circuito Fechado de TV
CHINARE – *China Antarctic Research Expedition*
CHS – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
CHSA – Ciências Humanas e Sociais Aplicadas
CNPq – Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CNT – Ciências da Natureza e suas Tecnologias
COPPETEC - Fundação Coordenação de Projetos, Pesquisas e Estudos Tecnológicos
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

CTC – Câmera de Todo-o-Céu
CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente
d.C. – Depois de Cristo
DIY – *Do it Yourself* ou Faça Você Mesmo
DNA – Ácido Desoxirribonucleico
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
EIDB – *Earth Impact Database*
ENEM – Exame Nacional do Ensino Médio
ET - Extraterrestre
EUROMET – *European Collection of Antarctic Meteorites*
EVENTO KT – Evento Cretáceo-Terciário / Evento Cretáceo-Paleogeno
EUA – Estados Unidos da América
FAPEG – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás
FAPERJ - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro
GMA – *Global Meteorite Association*
GMS – Graus, Metros e Segundos
GPS – *Global Positioning System* ou Sistema de Posicionamento Global
IAU – *International Astronomical Union* ou União Astronômica Internacional
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IBT – Intenso Bombardeio Tardio
ICMBio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
ICOMOS - *International Council on Monuments and Sites*
IDA – *International Darky Sky Association*
IPHAN – Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional
IMCA – *International Meteorite Collectores Association*
IMO – *International Meteor Organization*
INAA - *Instrumental Neutron Activaton Analysis* ou Instrumentação de Análise por Ativação de Nêutron
IUGS – *International Union of Geological Sciences* ou União Internacional de Ciências Geológicas
JAXA - Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial
JPEG - *Joint Photographic Experts Group*
KOREAMET – *Korea Curation of Antarctic Meteorites*

LABSONDA/IGEO – Laboratório de Microssonda Eletrônica / Instituto de Geociências

LA-ICP-MS – Espectrometria de Massa com Plasma Acoplado Indutivamente com Ablação a Laser

LAMEsp – Laboratório de Análise de Material Espacial

LED - *Light Emitting Diodes*

Ma – Milhões de anos atrás ou *Mega Annum*

MAPS – *Meteoritics and Planetary Science*

MAST – Museu de Astronomia e Ciências Afins

METBULL – *Meteoritical Bulletin*

MEV - Microscópio Eletrônico de Varredura

MCTI – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

MIT – *Massachusetts Institute of Technology*

MG – *Main Group* ou Grupo Principal

MNRJ - Museu Nacional do Rio de Janeiro

MOBFOG – Mostra Brasileira de Foguetes

NASA - Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço

NEOs – *Near Earth Objects* ou Objetos Próximos a Terra

NIPR – *National Institute of Polar Research*

OASI - Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica

OBA – Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica

ON – Observatório Nacional

ONGs – Organização Não Governamental

ONU – Organização das Nações Unidas

OVNIs – Objetos Voadores Não-Identificados

PBL - *Project-Based Learning*

PC – *Personal Computer* ou Computador Pessoal

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

PDCO - *Planetary Defense Coordination Office*

PDF - *Portable Document Format*

P&C&T – Pesquisa, Ciência e Tecnologia

P&D – Pesquisa e Desenvolvimento

PEMEX – Petróleos Mexicanos

PMBOK - *Project Management Body of Knowledge*

PMI - *Project Management Institute*
PTB – Partido Trabalhista Brasileiro
PUC-RS – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul
PROMETE - Programa de Recuperação, Identificação e Classificação de Meteoritos
QSCs – Questões Sociocientíficas
RA – Realidade Aumentada
RNA – Ácido Ribonucleico
s.d. – Sem Data
SAB – Sociedade Astronômica Brasileira
SGB – Serviço Geológico do Brasil
SGMB – Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil
SMB – Sociedade Meteorítica Brasileira
SNC – Shergottitos, Nakhlitos e Chassidinitos
SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza
sr. – Senhor
STEAM – *Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics* ou Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática
TCTs – Temas Contemporâneos Transversais
TDICs - Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação
TNT – Trinitrotolueno
TPPSA - R. P. Turco, O. B. Toon, T. P. Ackerman, J. B. Pollack e Carl Sagan
TV – Televisão
UAb – Universidade de Alberta, Edmonton, Canadá
UCLA – Universidade da Califórnia, Los Angeles, Estados Unidos da América
UERJ – Universidade Estadual do Rio de Janeiro
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFC – Universidade Federal do Ceará
UFG – Universidade Federal de Goiás
UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
UFRGS – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UNB – Universidade de Brasília
UNESCO – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura

UNICAMP – Universidade de Campinas
USP – Universidade de São Paulo
URSS – União das Repúblicas Socialistas Soviéticas
UTC - Coordenadas Universais de Tempo
UTM – Universal Transversa de Mercator
UV - Ultravioleta
VR – *Virtual Reality* ou Realidade Virtual
WAMET – *Western Australia Meteorites*

LISTA DE SÍMBOLOS

- (Fe, Ni) - Taenita
(Fe, Ni, Co)₃C – Cohenita
(Fe, Ni, Cr)₃P - Schreibersita
(Fe²⁺,Ni) Cl – Lawrencita
(Fe₄(PO₄)₂O) - Elkinstantonita
~ - Aproximadamente
Al – Alumínio
As – Arsênio
Au – Ouro
Be – Berílio
C – Carbono
Cl – Cloro
cm – centímetro
Co – Cobalto
Cu – Cobre
Fe – Ferro
Fe₃O₄ – Magnetita
Fe₉PO₁₂ - Elaliíta
g – Grama
Ga – Gálio
Ge – Germânio
h – Hora
I - Iodo
Ir – Irídio
kg – Quilograma
km – Quilômetro
m – Magnitude Aparente
m – Metro
megaton – Megatonelada de TNT
mm – Milímetro
Ni – Níquel

O – Oxigênio

ppm – partes por milhão

Pt – Platina

Re – Rênio

Ru – Rutênio

R\$ - Reais

t – Tonelada

W – Tungstênio

α -(Fe, Ni) – Camacita

μ g – Micrograma

μ m - Micrômetro

SUMÁRIO

Introdução	25
1. Introdução à História e à Historiografia dos Meteoritos e da Meteorítica	39
1.1 A História Natural e Cultural dos Meteoritos	40
1.2 A História da Meteorítica	58
1.3 Panorama da História dos Meteoritos e do Desenvolvimento da Meteorítica no Brasil	83
1.4 Fontes e Historiografia sobre Meteoritos	114
2. Patrimonialização e Musealização de Meteoritos, Objetos Relacionados aos Meteoritos e Sítios de Interesse Científico e Histórico	123
2.1 Patrimônio Meteorítico	123
2.1.1 Patrimônio Material: Possibilidades e Processo de Patrimonialização de Sítios Relacionados à Fenômenos Meteoríticos	123
2.1.2 Patrimônio Imaterial	135
2.2 Museus e Exposição de Meteoritos	141
2.2.1 Museus como Repositórios de Espécimes-Tipo, Salvaguarda e Curadoria de Meteoritos	142
2.2.2 Exposições de Meteoritos	147
2.2.3 Descaminho e Dificuldades na Musealização de Meteoritos	150
3. Meteoritos no Ensino: Teoria e Prática	157
3.1 Potencialidades e Limitações dos Meteoritos e da Meteorítica como Objeto de Conhecimento em Sala de Aula	157
3.2 Interfaces entre Ensino de História e História da Ciência nas Abordagens HFC, CTSA e STEAM	163
3.3 O Lúdico e o Ensino Lúdico de História da Ciência	166
3.4 Projetos e Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) no Ensino	174
3.5 Sugestões de Ações Educativas em um Projeto sobre História Local e Ciência Global dos Meteoritos e da Meteorítica	178
4. Da História do Meteorito Campinorte e do Meteorito Uruaçu às Experiências de Ensino nas Comunidades	191
4.1 A História do Meteorito Campinorte	193
4.2 A História do Meteorito Uruaçu	217

4.3 O Campo do Céu Brasileiro	232
4.4 Experiências de Ensino	236
4.4.1 Exposição do Norte Goiano do Bicentenário da Independência do Brasil: 200 Anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil	239
4.4.2 O Projeto Caçadores de Meteoritos	247
4.4.3 Exposição Itinerante “ <i>Hall dos Meteoritos</i> ”	252
4.4.4 Triangulação de Perímetro e Área entre os Municípios de Campinorte, Uruaçu e Niquelândia a partir de Câmeras de Monitoramento Todo-o-Céu	258
4.5 Resultados	262
5. Projeto de uma Exposição Itinerante de Meteoritos	265
5.1 Atividade Prática 1: Painéis sobre Meteoritos	270
5.2 Atividade Prática 2: Kit Pedagógico ou Didático sobre Meteoritos	277
5.3 Atividade Prática 3: Rélicas de Objetos da Cultura Material Relacionados aos Meteoritos	279
5.4 Atividade Prática 4: Montagem de Estação de Monitoramento de Meteoros Vinculados a Rede BRAMON ou EXOSS	281
5.5 Atividade Prática 5: Culmância com Exposição sobre Meteoritos	283
Considerações Finais	285
Referências	291

INTRODUÇÃO

Iniciamos aqui destacando alguns pontos de especial relevância na estruturação desta dissertação. O nosso objeto de estudo são os meteoritos e a ciência do conhecimento sobre esses objetos cósmicos, a Meteorítica. Dessa forma, defendemos como premissa principal dessa pesquisa a História da Ciências, como um domínio pertencente ao campo da História, e que é necessário que historiadores escrevam sobre Ciência e que, sobretudo, a História da Ciência possa ser um objeto de ensino.

Concordamos com Martins (2004) quando afirma que “a História da Física não é uma área das ciências exatas e sim das ciências humanas” e, por extensão, a história das ciências particulares pertencem ao domínio da História (MARTINS, 2004: 117). O autor define a História das Ciências como uma construção científica elaborada a partir de vários níveis de cognição, que articulam a reflexão humana da natureza, da ciência e dos estudos metacientíficos, como a filosofia da ciência, a metodologia da ciência e a história da ciência. Da mesma forma, defendemos que a História da Meteorítica pertence ao campo da História. Consideramos essa afirmação como uma provocação, mas também como um convite à reflexão. Primeiramente, não concordamos com tal afirmação radical, já que a História da Ciência é um produto da pesquisa realizada por cientistas e humanistas. O que não concordamos, como afirma Maia (2013), é com a recusa de grande parte da corporação de historiadores(as) da apologética de que a ciência não seja um domínio da história (MAIA, 2013: 296). A História da Ciência pertence à História e também deve ser escrita pelos(as) historiadores(as). Então nos perguntamos: qual é a hesitação dos(as) historiadores(as) em escreverem histórias das ciências? Seria ela um eco da metáfora que o filósofo Platão mandou escrever na porta de entrada da Academia, em Atenas, “que ninguém ignorante em geometria entre aqui”? Será que são as matemáticas que afastam o historiador da história da ciência?

Da mesma maneira, um problema encontrado ao longo da pesquisa foi o “teor” de ciência que deve conter uma obra historiográfica que se propõe a pensar um objeto natural de estudo interdisciplinar operada em diversos níveis cognitivos. Deve um historiador escrever sobre ciência, quando o seu objeto de estudo reflete sobre a ciência? Segundo Martins (2004), sim, pois “parece inaceitável (...), hoje em dia,

proibir a análise dos argumentos científicos, das evidências empíricas e dos valores epistêmicos ao longo da história da ciência? (MARTINS, 2004: 133). E evidentemente concordamos novamente com sua argumentação. Por essa razão, desenvolvemos nossa pesquisa discutindo ciência, aplicando a Navalha de Ockham, por meio de linguagem simples, acessível ao público, sem cair no cientificismo ou no diletantismo.

Ao longo deste trabalho também reconhecemos a História como uma Ciência particular. Quando for necessário consideraremos a discussão entre as duas culturas, ou o entendimento sartoniano de ciência como sinônimo de ciência natural, em oposição às humanidades, ou a oposição entre a história das ciências internalistas e externalistas. A tradicional divisão dos métodos das ciências naturais e as humanidades perpassa por inúmeras discussões sobre a natureza dessas ciências, como Dilthey (1996) que as diferencia entre ciências nomotéticas e ciências interpretativas, ou mesmo Ginzburg (1990), que as diferencia entre ciências fundamentadas no paradigma galileano ou no paradigma indiciário.

De acordo com Maia (2013), a ciência necessita que os historiadores possam dar a sua contribuição na sua construção (MAIA, 2013: 259). Os historiadores podem contribuir para a construção da ciência com a seleção, o tratamento e a crítica adequada das fontes; investigação de fatos históricos ainda desconhecidos; identificação de cientistas e instituições importantes para a ciência; problematização das ideias científicas; estabelecimento de cronologias; etc.

A nossa dissertação também tem como objeto de estudo a Ciência, e nesse caso o Ensino de História que foque na História das Ciências. Pela natureza interdisciplinar do nosso objeto de estudo, propomos difundir a História das Ciências no Ensino de História, reconhecendo sua importância para a História da Humanidade, seja de uma perspectiva da História Social, História da Cultura, História das Ideias ou História Intelectual. A Ciência nada mais é do que um produto da cultura e da sociedade humana, assim como a Arte, a Filosofia e a Religião. Nesse caso, Maia (2013) realça a contínua ausência do historiador, dito geral, na construção da História da Ciência. Essa ausência se estende ao ensino da História da Ciência, mesmo admitindo-se a necessidade de mediação didática do ensino de História de temas científicos, tecnológicos e técnicos, especialmente em conteúdos de História Moderna e História Contemporânea, no qual a ciência, de acordo com Butterfield (1957), é junto com o

cristianismo, uma das principais inovações culturais da civilização ocidental (BUTTERFIELD, 1957: 7).

A nossa pesquisa aproxima ciências diacrônicas, como a História, a Astronomia e a Geologia. Freitas (1999) afirma que o circuito da cognoscência de algumas disciplinas fortemente marcadas pela diacronia, pela qual devem se investigar as causas dos seus efeitos, e que se apoiam não somente no paradigma galileano, mas também no paradigma indiciário, como proposto por Ginzburg (1990). Assim, Freitas (1999) argumenta:

O romance policial, uma modalidade literária, é convertido em modelo cognoscitivo. Tal modelo é sugerido como expressão de um circuito da cognoscência que, nesse sentido, é orientado por outras disciplinas profundamente marcadas pela diacronia, como a própria história, a arqueologia, a geologia, a astronomia e a paleontologia. O peso da diacronia em tais disciplinas faz com que desenvolvam uma trajetória disciplinar que necessita, muitas vezes, aprender suas possibilidades orientando seus vetores na direção dos efeitos para as causas. São as profecias retrospectivas (FREITAS: 1999: 24-25).

Como o nosso objeto de estudo é a escrita da história dos meteoritos e da sua importância em nível global, no caso para a Ciência, também propomos estudar uma ciência particular, a Meteorítica. A Meteorítica é uma ciência interdisciplinar que pode ser incluída como um sub-ramo dos estudos da Astronomia e da Geologia. Uma primeira aproximação entre História, Astronomia e Geologia é a natureza diacrônica de seus objetos de estudo. Assim, propomos inicialmente discutir algumas interfaces possíveis entre História e Astronomia e História e Geologia.

A História e a Astronomia são ciências que possuem algumas colaborações importantes. A mais importante é a referente à definição de calendários, no qual historiadores e astrônomos utilizam fenômenos celestes, como eclipses e cometas, para auxiliarem na datação de períodos históricos específicos. A Astronomia forneceu à Historiografia um dos conceitos mais poderosos nos últimos séculos, conceito-chave para compreender as mudanças provocadas pela aceleração do tempo histórico na modernidade, que é o conceito de revolução (KOSELLECK, 2020: 257). Da mesma forma, a História da Astronomia, identificada por Mourão como a “mais antiga das ciências”, também possui sua riqueza ainda pouco explorada pelos historiadores (MOURÃO, 2019: 22). Recentemente, novas abordagens interdisciplinares têm surgido, como a Arqueoastronomia, a Etnoastronomia, a Socioastronomia e mesmo a

Astronomia Forense, que procuram resgatar o saber astronômico do ser humano ao longo de sua existência, em toda sua complexidade e diversidade.

Por outro lado, as interfaces entre História e Geologia só recentemente têm sido alvo debates. Potapova (2007) define a Geologia como a ciência histórica da natureza. Tradicionalmente, a História é, de acordo com Marc Bloch, considerada a ciência do homem no tempo (BLOCH, 2002: 55). Os dois domínios parecem não se integrar em relação aos seus objetos. Natureza e cultura são vistas como opostas entre si. Apesar disso, Jordheim (2018) afirma que já existia na geologia, desde o século XVII, com as ideias de Niels Steno, uma percepção de uma multiplicidade temporal ou de uma estratigrafia do tempo e da história caracterizada pela sobreposição de camadas de sedimentos e de ritmos que foram suplantadas no ocidente, dentro da história das ideias, por uma constituição de tempo promovida por Johann Gottfried von Herder baseada numa concepção de “tempo teleológico, único, linear e homogêneo do historicismo” (JORDHEIM, 2018: 301). De acordo com Jordheim (2018):

Foi somente cerca de 150 anos depois que certos esforços sistemáticos buscaram reinserir a teoria das múltiplas camadas do tempo na história humana, quando Braudel e, depois, Pomian e Koselleck, de diferentes formas e com propostas distintas, desenvolveram suas teorias de que a história humana tem a mesma natureza multicamadas da história da Terra e que em qualquer momento histórico há diversas temporalidades, eras, cronologias, ritmos e velocidades agindo paralelamente. No final do século XVII, Steno introduziu a ‘estratigrafia’ para a descrição da Terra, especialmente a crosta terrestre, já no final do século XX, Pomian transpôs a estratigrafia do mundo natural para o humano, em um movimento oposto àquele descrito por Rudwick, introduzindo uma ‘estratigrafia do tempo e da história’ (JORDHEIM, 2018: 308).

Assim sendo, Jordheim (2018) afirma o papel pioneiro dos historiadores Fernand Braudel, Krysztof Pomian e Reinhart Koselleck na percepção da multiplicidade temporal na história. Pomian (1984) foi o historiador que introduziu o conceito geológico de estratigrafia do tempo na história caracterizado por uma arquitetura temporal em que diferentes ritmos de tempo se sobrepõem. Ao mesmo tempo que Braudel (1976) foi o historiador pioneiro a considerar a existência de diferentes ritmos do tempo, e a considerar o tempo da natureza, como história estrutural, operada no ritmo da longa duração. Christian (2009) alarga ainda mais a história estrutural braudeliana ao afirmar que a *Big History* é operada em múltiplas escalas na denominada longuíssima duração. Por sua vez, Koselleck (2014) se aproxima da concepção braudeliana ao afirmar a existência de diferentes estratos do tempo.

Astronomia, Geologia e História são ciências que possuem suas próprias escalas de tempo, a cósmica, a geológica e a humana, e existem algumas reflexões teóricas que tentam integrá-las. Até que ponto a longa duração braudeliana ou a longuíssima duração christiana se estendem na escala de tempo geológica e cósmica? Ao longo da construção desse trabalho, também surgiram algumas indagações relacionadas à discussão sobre se os objetos celestes possuem ou não uma história, como por exemplo: a história da Lua começaria com a sua formação cósmica ou no dia 20 de julho de 1969, com a chegada dos seres humanos? Pergunta de difícil resposta. De qualquer forma realçamos uma certa continuidade temporal existente entre História, Geologia e Astronomia e reconhecemos que a especialização das ciências articula muito pouco essas escalas.

Para entendermos melhor nosso objeto de estudo é preciso fazer uma distinção entre a Astronomia dos Grandes Corpos do Sistema Solar e a Astronomia dos Pequenos Corpos do Sistema Solar, relacionadas à mão-de-obra empregada, ao nível de profissionalização dos colaboradores e ao investimento financeiro empregado.

Enquanto a Astronomia dos Grandes Corpos do Sistema Solar é uma operação que envolve milhares de cientistas e técnicos em espírito da *Big Science*¹, a Astronomia dos Pequenos Corpos do Sistema Solar conta com uma falange de astrônomos amadores em todo o mundo, que contribuem juntos aos astrônomos profissionais, de forma efetiva para o desenvolvimento da ciência em geral. Atualmente, graças ao espírito do *citizen science* (ciência cidadã)², grandes agências espaciais de todo mundo têm convidado estudantes, crianças e adolescentes para

¹ *Big Science* ou “A Grande Ciência” refere-se à produção científica e tecnológica alinhada aos interesses dos estados nacionais e do mercado surgida especialmente após a Segunda Guerra Mundial (1939-45). De acordo com Josephson e Klanovicz (2016), “de muitas formas, a *big science* e a tecnologia no século XX são diluídas num mundo crescentemente industrial e refletem um *ethos* industrial. Ao começar pela Primeira Guerra Mundial, estados buscaram a vitória militar por meio das tecnologias de produção em massa desenvolvidas em instalações de engenharia e armaria, bem como laboratórios mantidos por dinheiro estatal para a produção de metralhadoras, tanques, navios, aviões, armas químicas e nucleares, e até de soldados que foram recrutados em larga escala por meio de testes sociais como os de QI para determinar sua capacidade e confiabilidade na batalha” (JOSEPHSON e KLANOVICZ, 2016: 151).

² *Citizen Science* ou Ciência Cidadã refere-se à ciência amadora operada por não-especialistas na área, mas que possuem conhecimentos relativos à certas áreas do conhecimento e contribuem para o avanço científico da humanidade em geral. De acordo com Costa (2022), “o termo ‘ciência cidadã’ refere-se à toda pesquisa científica realizada por cidadãos não cientistas, leigos, entusiastas que contribuem com a coleta de dados e com resultados promissores. Embora o termo tenha sido cunhado na década de 1990 pelo estadunidense Rick Bonney e pelo inglês Alan Irwin, as primeiras atividades de ciência cidadã possuem uma origem remota. Alguns dos cientistas cidadãos conhecidos na história incluem Isaac Newton, Benjamin Franklin e Charles Darwin” (COSTA, 2022: 2).

contribuírem para o desenvolvimento da ciência, em programas que necessitam de um grande número de colaboradores. Assim, astrônomos profissionais e amadores, de todas as idades e de todos os países do mundo, trabalham juntos, com o objetivo de decifrarem os mistérios do cosmos.

O estudo dos Pequenos Corpos do Sistema Solar refere-se ao estudo dos asteroides – Ciência dos Asteroides -, os cometas – Astronomia Cometária ou Cometografia – e os meteoroides, meteoros e meteoritos – Meteorítica. Essas três ciências estão relacionadas a objetos específicos que relacionam-se entre si, mas ao mesmo tempo, persistem lacunas entre as correlações entre ambas. Tentamos restringir nossa pesquisa apenas à ciência Meteorítica, mesmo admitindo que tentar escrever sobre o tema foi uma tentação, grande em relação aos cometas e menor em relação aos asteroides. Mas, limitamos nosso objeto aos meteoritos e à Meteorítica.

Ao longo da pesquisa não foi encontrada nenhuma definição exata da ciência Meteorítica, mas o que foi possível identificar foram os principais objetos de estudo da Meteorítica. A Meteorítica é a ciência que estuda meteoroides, meteoros, meteoritos e os fenômenos – ditos meteoríticos – relacionados, como os micrometeoritos ou poeira estelar, a Luz Zodiacial e o *Gegenschein*, os impactos e a formação de cratera de impactos. Para definirmos esses conceitos, utilizamos os documentos oficiais da *International Astronomical Union* ou União Astronômica Internacional (IAU) e da *American Meteor Society* (AMS), que são a Resolução B5 (2006) e o Documento da Comissão F1 assinadas por Koschny e Borovicka (2017), ambos da IAU, e a terminologia própria utilizada pela AMS. Em geral, as definições são semelhantes para a maioria dos conceitos utilizados na ciência meteorítica, salvo algumas exceções.

O meteoro é o fenômeno óptico, às vezes sonoro, associado à abrasão mecânica de um meteoróide ou asteroide ao entrar na atmosfera terrestre. Meteoros muito brilhantes, com magnitude³ superior a -4, são denominados *fireball*, bola de fogo ou bólidos. Alguns atingem a magnitude superior ao da Lua Cheia e mesmo do próprio Sol, podendo serem vistos durante a luz do dia, e são denominados de superbólidos, com magnitude aparente superior a -17. O meteoro é dito esporádico quando é visto sozinho no céu noturno. A chuva de meteoros é um fenômeno associado à órbita de

³ Magnitude Aparente (*m*): é o brilho de uma estrela ou planeta visto da Terra. Estrelas e planetas com magnitudes aparentes positiva são mais fracas, e as com magnitude aparente negativa são mais brilhantes. A magnitude aparente de alguns astros são: a de Sirius, a estrela mais brilhante do céu, é de -1,4; a de Vênus é de -4,4; a da Lua Cheia é de -12,6; e a do Sol é de -26,7.

um cometa e a um ponto específico no céu de onde aparenta originar o enxame de meteoros, denominado radiante. O fluxo de uma chuva de meteoros pode aumentar consideravelmente quando da proximidade do periélio de um cometa que se fragmentou, em ciclos periódicos, denominado de tempestade de meteoros.

O meteorito é a rocha espacial que sobrevive a abrasão da atmosfera terrestre e é recuperado pelos seres humanos. Os meteoritos podem ser recuperados a partir de queda, quando são vistos cair, ou a partir de achado, quando são encontrados sem o registro de sua queda.

Os meteoroides e os asteroides são pequenos corpos do Sistema Solar que, de acordo com Koschny e Borovicka (2017), são diferenciados pelo seu tamanho. Os meteoroides possuem entre 30 micrômetros (μm) e 1 metro, enquanto os asteroides são detritos espaciais que possuem o tamanho superior a 1 metro.

A “Poeira Estelar” ou Poeira Interplanetária é constituída de corpos celestes de dimensão microscópica, variando entre 30 micrômetros (μm) e 1 milímetro (mm), e que quando atingem a Terra não produzem o fenômeno luminoso, chamado meteoro. Também é sinônimo de micrometeorito.

A Luz Zodiaca⁴ e o *Gegenschein*⁴ são dois fenômenos celestes que são plenamente vistos, em todo seu esplendor, nos dias próximos do entardecer do equinócio de primavera ou na aurora do equinócio de outono. Nos equinócios, a Terra se alinha perfeitamente com o Sol e o eixo do Sistema Solar, no qual a poeira interplanetária, de origem meteorítica e cometária, são refletidas pela plena luz solar, gerando as luzes no céu. A Luz Zodiaca é sempre vista na direção do Sol, e recebeu essa denominação por Alexander von Humboldt, pois nessa data o Sol está alinhado com a Eclíptica ou Zodíaco. O *Gegenschein* é visto na direção oposta do Sol, e dependendo das condições meteorológicas ideais, de acordo com Norton e Chitwood (2008), podem os dois fenômenos luminosos se alinharem no zênite (NORTON E CHITWOOD, 2008: 7-8).

Os Eventos são causados pelo impacto de asteroides de grande dimensão, e mesmo por cometas, podendo causar explosões e formar crateras de impacto. As crateras de impacto ou astroblemas são estruturas geológicas formadas pelo impacto de grandes asteroides. Dada a Terra ser um planeta geologicamente ativo, as estruturas de impacto estão bastante erodidas e intemperizadas pela dinâmica

⁴ *Gegenschein* significa literalmente em alemão “brilho de oposição”.

terrestre. Os impactos podem formar rochas, denominadas impactitos. Entre os impactitos mais importantes, destacam-se os tectitos, um tipo de vidro de impacto encontrado próximo a crateras de impacto específicas, possuindo valor gemológico comparável aos meteoritos.

Pela natureza interdisciplinar da ciência Meteorítica, ela é particularmente estudada atualmente em departamentos universitários na área da Astronomia e da Geologia. Enquanto os astrônomos focam no estudo dos meteoroides, meteoros e meteoritos, os geólogos concentram seus estudos sobre as crateras de impacto, campo recentemente denominado de *Crater Studies*.

Ao definirmos nosso objeto de estudo, os meteoritos Campinorte e Uruaçu, encontrados em duas cidades próximas uma da outra, pensamos em como articulá-los à História Local e refletirmos sobre a importância dessas micro-histórias em escala global, ou como sugere Ginzburg (1991), “o historiador obrigatoriamente tem de se aproximar, mergulhar no microscópio e virá-lo de cabeça para baixo para que se torne o telescópio” (GINZBURG, 1990: 19).

De fato, a partir do estudo da História Local, foi possível reconstruir uma história verdadeiramente global, a História da Ciência, e assim refletir na possibilidade de como a história de um evento local pode ser significativa para compreender algo maior. Dessa forma, foi possível refletir sobre como ocorreu a construção de um saber que foi acumulado por centenas de gerações, a ciência Meteorítica, bem como as ideias sobre meteoritos, as pessoas e as instituições envolvidas. E também, foi possível realizar uma nova reversão, do macroscópio ao microscópio, que possibilitou em uma nova reflexão de como a Ciência poderia impactar essas comunidades, seja tornando esses saberes acessíveis, seja na construção da identidade local, seja no reconhecimento de um possível potencial existente nesses fatos que possam ser explorados economicamente, e que pudessem, em suma, trazer novos investimentos para o desenvolvimento local.

Ao longo desse trabalho de pesquisa nos propomos a analisar o papel dos meteoritos de forma antropológica, científica e pedagógica. De fato, a existência ontológica dos meteoritos independe do ser humano, mas como objeto gnosiológico e epistemológico, são inseparáveis do homem, já que é ele quem atribui relevância a esses objetos. Afinal, os meteoritos são inseparáveis dos seres humanos, pois são

estes que os veem cair, que os coletam e que os estudam e que também dão determinados sentidos aos seus estudos.

Assim como a história é única, o achado ou a queda de um meteorito também o é. Os meteoritos recebem os nomes das localidades em que foram vistos e encontrados, por isso, suas histórias conectam eventos cósmicos às histórias locais. Os meteoritos deixam rastros, e cultura material, cicatrizes que podem ser exploradas pelas comunidades locais. Os resgates dessas micro-histórias podem de alguma forma auxiliar na construção da identidade dessas comunidades.

Por essa razão, defendemos o uso da história como ponto de partida para pensar a ciência e, na nossa proposta, desmontar um fato historicamente para remontá-lo pedagogicamente.

As ideias que originaram e deram forma a esta pesquisa foram todas pensadas a partir de *insights* reflexivos em sala de aula, muitas delas compartilhadas com os estudantes. Esses *insights* derivam de uma necessidade de ensinar história de uma forma mais lúdica, divertida, dinâmica e extramuros. Todos amam a história, mas como fazer as aulas de história serem ainda mais interessantes? De fato, é possível pensar em ensinar história a partir de problemas do presente e com ações que orientem o futuro. Como afirma Rüsen (2011):

Gostaria de mostrar como o sentido das histórias se liga a expectativas de futuro que vão além da experiência do passado. (...) Dizendo de uma maneira paradoxal, quero mostrar como a história pode ser lugar do utópico. Argumentarei que o tempo histórico deve ser explicitado como o lugar do sem-lugar e que a experiência histórica dever ser caracterizada como sendo marcada pela transgressão da experiência na realização da vida prática dos seres humanos. (...) Encerra a história um *happy end?*" (RÜSEN, 2011: 263-264).

Nossos *insights* partiram de reflexões teóricas e práticas sobre a obra do maior educador brasileiro, Paulo Freire (1996), defensor de que a educação deva considerar o contexto vivido e experimentado pela comunidade escolar e de que o ensino possa ser capaz de provocar nos estudantes uma intervenção autônoma em sua realidade.

Historiadores gostam de contar de histórias, assim como as pessoas também gostam de ouvi-las. Como não se deliciar ao ler a história do medo, da beleza, da feiura, do futuro e, porque não, de estrelas cadentes⁵?

⁵ Estrela Cadente é um termo popular para designar meteoro. Muitos cientistas consideram o termo inapropriado para referir-se aos meteoros, mas não vemos problema em utilizar tal definição como sinônimo de meteoro.

O objetivo da pesquisa que deu origem a esta dissertação foi escrever a história dos achados dos Meteoritos Campinorte e Uruaçu, relacionando-a com experiências de ensino envolvendo as comunidades relacionadas, a fim de conscientização histórica e científica da importância desses achados para a história das comunidades locais e para a Ciência.

A metodologia utilizada foi a pesquisa bibliográfica, a partir da literatura científica⁶ e das notícias da imprensa; pesquisa iconográfica; e pesquisa empírica em sala de aula. A partir da revisão da literatura científica foram identificados artigos, dissertações, teses e outras publicações sobre meteoritos no país e no mundo. A pesquisa na mídia foi realizada em *sites* e portais, como a Hemeroteca Digital Brasileira e notícias em geral. A pesquisa iconográfica foi realizada em portais, publicações especializadas, mídia e redes sociais.⁷ O nosso estudo também realizou pesquisa de campo em sala de aula, com inúmeras experiências realizadas no ensino, com objetivo de identificar os principais erros e acertos relacionados ao nosso objeto de pesquisa, os meteoritos e a ciência e a história envolvidas na sua compreensão, no ensino-aprendizagem.

A dissertação está estruturada da seguinte forma:

O **Capítulo I** discute de forma introdutória a história dos meteoritos e da Meteorítica, a ciência que estuda de forma interdisciplinar os meteoroides, os meteoros e os meteoritos, bem como os fenômenos relacionados, como quedas e eventos, e também o impacto e a formação de crateras. Assim discutimos de forma sucinta a história cultural dos meteoritos, refletindo sobre como as diferentes culturas humanas atribuíram e atribuem significados a essas rochas espaciais. Os meteoritos só passaram a ser objeto de estudo científico no final do século XVIII. Foi a partir da obra de Ernst Chaldni (1794) que passaram a ser reconhecidos como de origem espacial. Nesse ponto descrevemos a história da Meteorítica, o seu desenvolvimento, a sua importância para o entendimento da formação e da datação da Terra e do

⁶ A literatura sobre meteoritos e meteorítica é bem limitada e dispersa, com predomínio de produção historiográfica e científica anglo-saxônica. Na verdade, as obras sobre meteorítica são restritas, relativamente poucas e praticamente esgotadas no mercado. Como a pesquisa realizada foi operada em grande parte em obras anglófonas, algumas citações utilizadas nessa língua, serão traduzidas para a língua portuguesa e citadas em nota de rodapé. O objetivo dessa escolha é tornar a leitura mais agradável e acessível para todos(as). O mesmo vale para textos em outras línguas.

⁷ Por falta de tempo hábil, não foi possível realizar pesquisa em fontes orais, mas reconhecemos o seu enorme potencial para o resgate dessas histórias e acreditamos na possibilidade de que futuras pesquisas sejam realizadas nessa área de estudos ainda pouco exploradas no país.

Sistema Solar. Assim, trazemos uma breve conclusão retrospectiva sobre como os estudos científicos sobre os meteoritos têm mostrado a importância desses objetos cósmicos para a compreensão da origem da nebulosa solar, do Sistema Solar, da Terra, da vida, da metalogênese de jazimentos minerais, da ciência e da história. Também descrevemos de forma introdutória a história dos meteoritos e da Meteorítica no Brasil, discutindo a contribuição nacional no desenvolvimento dessa ciência, seja na identificação, catalogação e estudos de meteoritos e astroblemas. Por fim, discutimos as possibilidades metodológicas de escrita historiográfica sobre meteoritos, considerando que existem fontes históricas ainda inexploradas pelos(as) historiadores(as), porém inexistem metodologias ou discussões teóricas sobre o assunto, seja em nível local ou global. Dentre as possibilidades de escrita historiográfica identificadas, pode-se enumerar a História Vista de Baixo, a Micro-História, a História Oral, a História a partir da Imprensa, a História Local e a História da Ciência.

O **Capítulo II** analisa o processo de patrimonialização e musealização de meteoritos, objetos e sítios relacionados aos meteoritos. Nesse ponto trazemos um debate sobre as possibilidades de patrimonialização dos sítios relacionados à observação, a impactos, aos eventos, às quedas e aos achados meteoríticos. Os sítios históricos relacionados aos fenômenos meteoríticos podem ser classificados como os locais de observação astronômica, as crateras de impacto, os “buracos”, os campos de dispersão e os marcos ou monumentos de natureza comemorativa ou apotropaica. Através dessa discussão, propomos repensar esses espaços como lugares ou espaços de memórias da coletividade, com enorme potencial educativo, recreacional e turístico ainda inexplorados, bem como as limitações advindas dessa prática. Também discutimos nesse capítulo o patrimônio imaterial relacionado aos meteoritos, como os objetos produzidos por seres humanos de ferro e níquel meteorítico, como ferramentas e armamentos, bem como objetos de suposta origem espacial, como os machados líticos, de grande valor arqueológico, denominados popularmente como pedra de raio ou corisco. Também discutimos sobre a musealização de meteoritos e a sua evolução de objeto de exposição em gabinetes de curiosidades, para grandes coleções de museus de história natural e de ciência. Nesse capítulo discutimos como os meteoritos se tornaram objetos de grande valor expositivo, suscitando grandes expedições para suas remoções em lugares

longínquos do planeta. Destarte, demonstramos que museus possuem importância histórica e científica como repositórios de espécimes-tipo de meteoritos catalogados pelo mundo, ao mesmo tempo que também são locais de exposição ao público desses objetos. Nesse ponto discutimos como os meteoritos são expostos em museus, sejam os grandes meteoritos ou os pequenos meteoritos. Também discutimos a importância do Museu Nacional do Rio de Janeiro para a coleção nacional meteorítica, e a possibilidade de exposição de meteoritos de forma itinerante, de grande potencial educativo, divulgação científica, conscientização histórica e científica e mesmo de recuperação de futuros meteoritos.

O **Capítulo III** introduz a meteorítica no ensino e explora as suas enormes potencialidades. Nesse tópico discutimos também as limitações intrínsecas a esse objeto de estudo no ensino curricular tradicional comum, porém como objeto de aprendizagem reconhecido pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) e com potencial de exploração interdisciplinar de acordo com a Base Nacional Curricular Comum (BNCC). Assim propomos discutir os meteoritos em sala de aula a partir de uma aprendizagem baseada em projetos (ABP) e não na tradicional aprendizagem baseada em programas. Nesse sentido propomos repensar os meteoritos e a história e a ciência relacionadas, não como um programa curricular tradicional, com enfoque em conteúdos, mas sim, como um projeto educacional, com enfoque em ações. E para isso sugerimos um projeto educacional que use a História como ponto de partida para a criação de ações científicas e tecnológicas, de forma lúdica, como as utilizadas por amadores que caçam meteoritos e contribuem para o desenvolvimento da própria ciência.

O **Capítulo IV** apresenta a parte propositiva da dissertação. Nela reconstruímos a história do Meteorito Campinorte e do Meteorito Uruaçu, ao mesmo tempo em que, propomos uma série de ações educativas nas comunidades envolvidas, e apontamos os erros e os acertos advindos dessas experiências oriundas de nosso trabalho. Inicialmente narramos a história dos achados de dois meteoritos encontrados relativamente próximos entre si, o Meteorito Campinorte e o Meteorito Uruaçu. A história do Meteorito Campinorte foi reconstruída a partir das notícias encontradas na imprensa sobre o objeto, do seu achado oficial em 1992 à sua remoção em 2021 para o Museu da Geodiversidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro no Rio de Janeiro, que reflete bem os problemas jurídicos, legais, patrimoniais e públicos

relacionados aos meteoritos no Brasil. Também, narramos a história do Meteorito Uruaçu a partir de uma investigação realizada a partir de indícios encontrados na imprensa e na *internet* sobre os fatos envolvidos, já que especificamente falando, é o meteorito brasileiro mais comercializado na *internet*, porém com uma história pouco conhecida. Essa história pode ser elucidativa em relação aos aspectos mercadológicos relacionados ao tema. Também discutimos a possibilidade de repensar os locais desses achados meteoríticos como um verdadeiro “Campo do Céu Brasileiro”, dada a relativa proximidade desses sítios, e também pela importância dessa área para recuperação de grande quantidade de meteoritos, comparável, em menor escala, ao maior sítio de impacto meteorítico conhecido na Terra, o *Campo del Cielo*, localizado na Argentina, ao qual o Meteorito Uruaçu está relacionado. Por fim, trazemos nossa propositiva de ensino, com algumas considerações metodológicas acerca de ações que poderiam integrar um projeto de ensino que pode ser reaplicável em outros contextos educacionais relacionados à temática, no qual seja possível pensar ações locais para a escrita da história de um meteorito ou também ações educativas de cunho científico e histórico que podem ser exploradas pelos docentes.

No **capítulo V** trazemos a parte propositiva de nossa dissertação, com o detalhamento de como organizar uma exposição itinerante de meteoritos, com as competências e as habilidades requeridas para a criação desse projeto escolar.

CAPÍTULO 1

INTRODUÇÃO À HISTÓRIA E À HISTORIOGRAFIA DOS METEORITOS E DA METEORÍTICA

Quando observamos as estrelas no presente, estamos olhando para o passado. E ao contemplarmos o céu e as suas belezas no presente, relembramos a importância que essa conexão cósmica com o universo teve para o nosso desenvolvimento sapiencial ao longo da história da humanidade, seja na forma do espanto que nos desperta, da imaginação que nos faz contar histórias e da reflexão do nosso lugar no universo. O céu estrelado é uma fonte imemorável de histórias. Histórias que foram contadas e recontadas pela tradição oral, e que certamente o leitor cada vez menos ouvirá. Essa dissertação trata de uma história bruxulejante. Uma história das estrelas cadentes, dos meteoritos, e de sua ciência, a Meteorítica. Uma história de nosso passado conectado com as estrelas e com o nosso instinto natural fundamental de caçadores, que de acordo com Ginzburg (1990) está na raiz da nossa cultura e do nosso patrimônio cognoscitivo:

Por milênios o homem foi caçador. Durante inúmeras perseguições, ele aprendeu a reconstruir as formas e movimentos das presas invisíveis pelas pegadas na lama, ramos quebrados, bolotas de esterco, tufo de pelos, plumas emaranhadas, odores estagnados. Aprendeu a farejar, registrar, interpretar e classificar pistas infinitesimais como fios de barba. Aprendeu a fazer operações mentais complexas com rapidez fulminante, no interior de um denso bosque ou numa clareira cheia de ciladas.

Gerações e gerações de caçadores enriqueceram e transmitiram esse patrimônio cognoscitivo. Na falta de uma documentação verbal para se pôr ao lado das pinturas rupestres e dos artefatos, podemos recorrer às narrativas de fábulas, que do saber daqueles remotos caçadores transmitem-nos às vezes um eco, mesmo que tardio e deformado. (...) (GINZBURG, 1990: 151).

Assim, propomos neste capítulo introdutório contar a história dos meteoritos e a sua interação com os seres humanos ao longo de diferentes culturas e civilizações. A história dos meteoritos corresponde ao período que antecede o nascimento da ciência meteorítica, história permeada de pluralidades de concepções acerca do fenômeno e dos seus rastros. Essas concepções deram diferentes significados - mágicos, religiosos, folclóricos, científicos, técnicos e tecnológicos - para os meteoros e os seus remanescentes meteoríticos, que possuem histórias fascinantes, e especialmente micro-histórias, que as tornam um tema atraente para o seu entendimento.

Foi entre as diferentes formas de experiências humanas, que nasceu a ciência entre os antigos gregos, que constituirá o cânone explicativo fundamental sobre meteoros e meteoritos ao longo das gerações seguintes, até que a Meteorítica nasce como ciência, no final do século XVIII, emancipando-se assim da Meteorologia. As duas ciências possuem a mesma origem na Árvore da Ciência e se ramificaram de formas diferentes.

A Meteorítica é uma ciência interdisciplinar que une filosofia, história, astronomia, geologia, cosmoquímica, astrofísica, mineralogia, petrologia, etc. E aliada ao aprimoramento da documentação, dos cálculos e de modelos matemáticos precisos, da instrumentalização e das recentes conquistas advindas das tecnologias astronáuticas, é possível atualmente compreender os meteoritos à luz do esforço colaborativo de milhares de especialistas ao longo de séculos que contribuíram para o desenvolvimento científico da humanidade. Dessa forma, trazemos a colaboração da história na construção dessa ciência particular, em especial atenção à contribuição brasileira no desenvolvimento do conhecimento dos meteoritos e da meteorítica, com seus devidos reveses, limitações, contradições e pontos de inflexão e reflexão. Também discutimos as possibilidades de escrita historiográfica sobre os meteoritos, sugerindo algumas fontes e metodologias.

1.1 A história natural e cultural dos meteoritos

Os meteoros e os meteoritos acompanharam a humanidade por milênios. E ao longo da jornada humana, os seres humanos têm dado diferentes interpretações, significados e usos para esses fenômenos celestes e os seus materiais remanescentes recuperados a partir dessas quedas. Existem inúmeros registros de meteoros e cometas ao longo da história, seja nas pinturas rupestres, nos mitos, nas crenças folclóricas, nos relatos de aparições de animais fantásticos e fabulosos - como os dragões voadores - na literatura apocalíptica e na documentação histórica da visualização desses eventos. Em relação aos usos desses materiais em várias culturas, foram utilizados como tesouros, troféus, relíquias, objetos de veneração, mais principalmente na fabricação de artefatos. Somente nos últimos dois séculos é que se tornaram objetos de estudos científicos, e graças a esses estudos sabemos atualmente que os meteoritos contêm a matéria-prima primordial remanescente do

nosso Sol, da nossa Terra, da vida, e do DNA (Ácido Desorribonucleico) presente no nosso corpo.

Os meteoritos são os materiais cósmicos mais antigos existentes e, por isso, contam histórias⁸. Histórias da formação do Sistema Solar, dos impactos entre os seus diferentes corpos celestes, da sua exposição aos raios cósmicos no espaço, da sua queda fenomenal e das suas testemunhas, da construção do conhecimento humano e da própria ciência.

Os meteoritos podem ser definidos como rochas de origem espacial que possuem diferentes minerais e elementos químicos inorgânicos e orgânicos na sua composição. Os meteoritos fazem parte da natureza, e fora os átomos que formam os elementos químicos, são seus componentes mais antigos conhecidos. Dentro dos côndrulos presentes nos meteoritos se aglutinaram diferentes substâncias para formar o nosso Sistema Solar, que contém reminiscências de um passado que podem ser interpretados a luz do intelecto humano e de sofisticadas técnicas de análise desenvolvida especialmente nos últimos dois séculos.

Os meteoros⁹ e meteoritos têm nos acompanhado desde nossa origem como espécie. Nossa dispersão pelo planeta ao longo desses 200 mil anos nos ensinou a conhecê-los. E parece ser uma ideia universal que os meteoritos são matéria-prima para a produção de ferramentas. Essa crença se tornou, de alguma forma, “natural”, que a palavra ferro em inúmeras culturas é sinônimo de estrela¹⁰ ou céu. Tão natural que até o século XIX meteoritos foram explorados como minério de ferro e níquel¹¹.

A natureza puramente pragmática e econômica dos meteoritos sempre foi o destino natural dos meteoros vistos cair e que foram recuperados *in situ* pelos seres humanos, sendo utilizados principalmente como matéria-prima para a fabricação de

⁸ As quatro idades (ages) dos meteoritos são a idade de formação (*formation age*), idade do intervalo de formação (*formation interval age*), idade de exposição aos raios cósmicos (*cosmic-ray exposure age*) e idade terrestre (*terrestrial age*) (BURKE, 1986: 291).

⁹ Segundo Zucolotto et al. (2013), a estimativa anual de quedas de meteoritos no planeta é de cerca de 500, mas apenas entre 5 e 8 deles são recuperados (ZUCOLOTTO et al., 2013: 13-14). Nesse caso, ao multiplicarmos por 200 mil anos, idade estimada de origem da nossa espécie, o *Homo sapiens sapiens*, chegamos ao número médio de 1 milhão. Pelo menos 1 milhão de meteoritos caíram na Terra desde a origem da nossa espécie.

¹⁰ Entre as primeiras civilizações do Oriente Próximo, a palavra estrela tornou-se sinônimo de ferro. De acordo com Zucolotto (2014), os egípcios os denominavam de *baanepe* ou “ferro do céu”, os hititas de *ku-um* ou “fogo do céu”, os sumérios de *an bar* “céu e fogo”, os assírios de *barzillu* “deus metal” e os hebreus de *barzil* (ZUCOLOTTO, 2014: 361), e os persas de *asana* que significava ao mesmo tempo “céu” e “pedra”.

¹¹ Mourão (1967) cita os meteoritos Bitburg¹¹, encontrado na Alemanha em 1802, e Santa Catarina, encontrado no Brasil em 1875, que foram utilizados como matéria-prima na indústria siderúrgica (MOURÃO, 1967:105).

ferramentas, armamentos e joias. Por isso, salvo poucas exceções, existem poucos relatos sobre meteoros e meteoritos antes da modernidade.

Ao longo de milhares de anos, os eventos e as quedas relacionadas aos meteoritos permaneceram na memória das suas testemunhas. E esses eventos originaram lendas, mitos e estórias que foram contadas e recontadas imemoravelmente pelos povos envolvidos. Entre elas podemos citar os mitos relacionados à queda do Sol¹², a dois sóis gêmeos¹³ e à existência de nove sóis¹⁴. O *Meteor Beliefs Project*, publicado pela *International Meteor Organization* (IMO) resgatou muitos desses mitos presentes em várias culturas no mundo.¹⁵

A raridade relativa de meteoritos e sua respectiva importância econômica não explicam o grande mistério associado à passagem da Idade do Bronze para a Idade do Ferro. A historiografia e a arqueologia ainda não sabem explicar a origem da técnica de fundição de ferro, mas sabem descrever os resultados catastróficos que teve na história da humanidade e das civilizações, o declínio da “Idade dos Carros de Guerra”¹⁶.

O ferro meteorítico passou a ser utilizado a partir do surgimento das primeiras civilizações na passagem da Idade da Pedra para a Idade dos Metais por volta de 4.000 a.C. Burke (1986) enumera a utilização de ferro meteorítico¹⁷ milênios antes do surgimento da metalurgia do ferro telúrico que ocorreu somente por volta de 800 a.C. O uso do ferro meteórico foi utilizado por inúmeras civilizações do Oriente Próximo e do Extremo Oriente, como Egito, Levante, Creta, Anatólia, Mesopotâmia, Planalto Iraniano e China (BURKE, 1986: 230-231).

Em escavações arqueológicas realizadas na Mesopotâmia foram encontrados vários fragmentos de meteoritos e de ferramentas fabricadas a partir de ferro

¹² Um dos mitos que descrevem a queda do Sol é a estória que os antigos gregos contavam sobre o herói Faetonte, filho de Apolo que tentou conduzir em vão a carruagem do sol e foi fulminado por Zeus.

¹³ Existem inúmeros mitos sobre a existência de dois sóis, como por exemplo entre os maias que se acreditava que existiam dois sóis, Tecuciztécatl e Nanahuatzin.

¹⁴ Os chineses narram a estória do herói Pan Ku que viveu na época que a Terra possuía nove sóis, e foi o responsável por flechar e abater oito desses sóis.

¹⁵ Os *fireballs* são meteoros luminosos que podem se tornarem mais brilhantes que o próprio Sol e serem vistos à luz do dia. Algumas quedas, ocorridas a milhares de anos, geraram mitos que permaneceram na memória e na história oral por gerações de vários povos do mundo, como a queda do meteorito *Piguem Nonraltà* ou *Campo del Cielo* vista pelo povo toba ou qom e o meteorito Henbury vista pelos aborígenes.

¹⁶ A Idade do Bronze foi o auge dos carros de guerra utilizados pelos exércitos dos grandes impérios do período, que foram varridos da história pela introdução do ferro e do cavalo nas guerras.

¹⁷ Estima-se que o ferro meteórico seja o quarto metal explorado historicamente pelos seres humanos, após o cobre, o ouro e a prata. Não há consenso acerca do primeiro metal utilizado pelo ser humano, se foi o ouro ou o cobre.

meteórico, como em Uruk (3100-2800 a.C.), Ur (c. 2500 a.C.) e Al'Ubaid (2900-2400 a.C.). De acordo com Bjorkman (1973), o registro histórico mais antigo sobre meteoritos ocorreu na Assíria em 1900 a.C. e foi utilizado pelos comerciantes assírios para produzir ferramentas que “brilhavam como prata” (BJORKMAN, 1973: 110-111).

Os antigos egípcios utilizavam os meteoritos e o vidro líbio na confecção de ferramentas, armas, amuletos e joias. Em 1922, foi encontrado o tesouro do faraó Tutankamon, que apresentava entre os inúmeros artefatos encontrados na tumba, uma adaga forjada a partir de ferro meteórico com aljava folheada a ouro e um peitoral de pedras preciosas com um escaravelho esculpido com vidro líbio. Os egípcios também esculpiam pedras em forma de pirâmide, denominadas piramídio (*pyramidion*), que utilizavam como adorno no topo de pirâmides e obeliscos. Acredita-se que essas rochas esculpidas representem a montanha sagrada egípcia, o *Benben*.

Os hebreus narram na Bíblia a ocorrência de inúmeros fenômenos celestes, atribuídos a Deus, como a destruição de Sodoma e Gomorra e a sétima praga do Egito, uma chuva de pedras, na época de Moisés. Em 1 Crônicas 21 12-30 é descrito a aparição de um anjo sobre Jerusalém no reinado do rei Davi, que descreve bem um evento meteorítico: “E, levantando Davi os seus olhos, viu o anjo do Senhor, que estava entre a terra e o céu, com a sua espada desembainhada na sua mão estendida contra Jerusalém” (1 Crônicas 21:16)¹⁸. A ideia de meteoros como sinal de desastre e flagelo também estava presente na obra do historiador Flávio Josefo ao descrever a aparição de um cometa¹⁹ no ano 66 d.C. como uma “espada celeste” pairando sobre a cidade de Jerusalém e anunciando a sua destruição no ano 70 d.C. Jenkins (2004) relata a visão do historiador sobre o cometa sobre Jerusalém “Entre os avisos, um cometa, do tipo chamado *Xiphias*, porque suas caudas parecem representar a lâmina de uma espada, foi visto acima da cidade” (FLÁVIO JOSEFO Apud JENKINS, 2004: 340).²⁰

A litotatria ou culto às rochas eram práticas religiosas bastante disseminadas no antigo Oriente Próximo e entre os árabes tornaram-se objetos de adoração. A religião árabe pré-islâmica fazia amplo uso da adoração de pedras, sejam em forma de ídolos nos santuários, ou na forma de pedras denominadas bétilos (*bethel* “a casa de deus”)

¹⁸ De acordo com Henriksson (2018), trata-se da aparição do Cometa Encke em 964 a.C. e que foi descrita em fontes hebraicas e chinesas (HENRIKSSON, 2018: 31-32).

¹⁹ Trata-se, de acordo com Mourão (1985), do Cometa Halley (MOURÃO, 1985: 370-371).

²⁰ “Amongst the warnings, a comet, of the kind called Xiphias, because their tails appear to represent the blade of a sword, was seen above the city” (FLÁVIO JOSEFO Apud JENKINS, 2004: 340).

que acreditavam que eram moradas de *djinns*. Essa crença, era compartilhada por vários povos da Anatólia e do Levante e disseminou-se entre outros povos, influenciando os povos conquistadores como gregos e romanos.

Antes do advento do islamismo, o centro cultural dos árabes era Meca, onde localizava-se o templo dos ídolos, onde possivelmente se realizavam culto aos bétilos. Após o surgimento do islamismo os árabes ressignificaram o culto às rochas à nova religião, permanecendo como um dos cinco pilares do islamismo, o *Hajj*, que corresponde ao dever de todo muçulmano tocar a Pedra Negra al-Hajar al-Aswad²¹, “a Pedra da Felicidade”, na Kaaba, localizada na cidade de Meca, no Hejaz. De acordo com a tradição, a pedra teria sido jogada do céu pelo anjo Jibril (Gabriel) e acredita-se que foi Ibrahim (Abraão) o responsável pela construção desse santuário. O culto às rochas entre os muçulmanos também permaneceu nos locais onde foram edificadas diversas mesquitas, como a Pedra Fundamental ou Pedra Perfurada no qual foi edificado o Domo da Rocha, principal mesquita da Esplanada de Mesquitas em Jerusalém.

No Alcorão há a menção da existência da cidade perdida de Iram dos Pilares²², equivalente islâmico do relato hebraico da destruição das cidades de Sodoma e Gomorra por uma saraiva de fogo, o que pode indicar uma possível ocorrência de um evento meteorítico ocorrido na região no mundo antigo. A cidade perdida de Iram dos Pilares também era conhecida como Ubar e Wabar²³, e supostamente localizava-se no deserto Rub' al-Khali, o “Quarteirão Vazio”, maior área contínua de areia do planeta. De acordo com Norton (1998), a lenda da cidade perdida foi retomada em 1863 após amostras de meteoritos terem sido encontradas por beduínos na região, e nas expedições realizadas em 1931 pelo explorador inglês Harry St. John Philby e em 1965 pela *National Geographic* que acabaram identificando a existência de um grande meteorito, o Meteorito Wabar, além de uma cratera de impacto (NORTON, 1998: 143-144).

²¹ A Pedra Negra da Kaaba pode ser um meteorito, um tectito ou uma ágata. A hipótese de que seja uma ágata foi levantada por Robert Dietz e John McHone.

²² O relato da destruição de Iram dos Pilares narrado no Alcorão é o seguinte: “Não reparaste em como teu Senhor procedeu, em relação à (tribo de) Ad, aos (habitantes de) Iram, (cidade) de pilares elevados, cujo similar não foi criado em toda a terra? E no povo de Samud, que perfurou rochas no vale? E no Faraó, o senhor das estacas, os quais transgrediram, na terra, e multiplicaram, nela a corrupção, pelo que o teu Senhor lhes infligiu variados castigos?” (ALCORÃO 89: 6-13).

²³ A cidade perdida de Iram dos Pilares, Ubar ou Wabar foi denominada de “A Atlântida das Areias” na obra *Atlantis of the Sands – The Search for the Lost City of Ubar* publicada em 1992 pelo escritor britânico Ranulph Fiennes (1944).

Como centro de rotas comerciais, a cidade de Damasco, se tornou na Idade Média islâmica, sinônimo de aciaria e cutelaria de qualidade. O chamado aço de Damasco era fabricado a partir de lingotes de aço de Wootz importados do Sul da Índia e do Sri Lanka, que tornaram as ferramentas e armas forjadas na cidade proverbiais e conhecidas em todo o Velho Mundo. A localização privilegiada de Damasco no Levante e na Península Arábica pode sugerir a hipótese do uso eventual de aço meteorítico advindo do Deserto da Arábia. Segundo Bilal (2014), foi possível comprovar a origem meteorítica de muitos sabres *jaoher* procedentes de Damasco. O que não se sabe é qual seria a fonte desse aço, ou seja, quais os meteoritos poderiam ter sido a matéria-prima para essa indústria (BILAL, 2014: 87).²⁴

Os povos islâmicos também deixaram alguns registros históricos sobre quedas e achados de meteoritos como o de Masanderan, na Pérsia (852), queda de Soweida (856) na Síria, queda de Ahmedabad (892) na Mesopotâmia, e as quedas de Birgi (1332) e Aidin (1340) na Anatólia.

Pouco se conhece sobre o uso de ferro meteorítico na África Subsaariana, mas é uma crença comum que a expansão da siderurgia de ferro no continente está associada ao ofício de ferreiro associado à realeza africana. Na África Subsaariana só existe um único relato de meteorito encontrado antes da modernidade. Segundo Buchwald (1975), no ano de 1716 foi encontrado o Meteorito Siratik por mineradores das minas de ouro Bambuk no rio Senegal. O nome do meteorito foi dado em homenagem ao *Siratik*, “rei de Bambuk” (BUCHWALD, 1975: 1134-1135). Alguns meteoritos também foram objetos de culto no Quênia, como o Duruma e o Sericho. O Meteorito Duruma caiu em 1853 e era adorado pelos durumas, até ser roubado e levado pelos maasais, entre os quais, por sua vez também foi utilizado como objeto de culto (MITROVIC: 2022, 124)²⁵. O Meteorito Sericho era conhecido havia décadas pelos pastores de camelos do Quênia, até que foi vendido para caçadores de meteoritos em 2016. O povo nama, da Namíbia, produzia ferramentas a partir do

²⁴ Levantamos a hipótese de que meteoritos possam ter sido coletados pelos beduínos no Deserto da Arábia e sendo vendidos para comerciantes árabes, que por sua vez, os teriam comercializado em Damasco. Os desertos da Península Arábica são favoráveis a encontrar meteoritos, especialmente o Rub' al-Khali, local de procedência da maioria dos meteoritos do Omã. Até 2024, o Omã havia recuperado 4440 meteoritos, ou seja, 6% de todos os meteoritos encontrados no mundo. É importante mencionar que nem todos os desertos do mundo são favoráveis para recuperação de meteoritos.

²⁵ A obra de Mitrovic (2022) traz o registro de inúmeros casos de quedas de meteoros e fenômenos inexplicáveis da ciência entre 1601-1999. A obra possui inúmeros relatos que estão de acordo com outras fontes. Nós resolvemos citá-la, pois, apresenta interesse histórico, e enumera casos que precisam ser melhor investigados.

Meteorito Gibeon. De acordo com Luntz (2022), em 2022, foi identificado um meteorito gigante de cerca de 16.800 kg, o Meteorito Eli Ali, que era conhecido pela população somali local há gerações e que o denominavam carinhosamente como o “Caído da Noite”²⁶ em poemas e músicas.

Os registros mais antigos de quedas de meteoritos no Subcontinente Indiano são o de Juzjanan em 1009 em Herat no Afeganistão e Jalandhar que teve sua queda ocorrida em 1621 no Punjab. Os meteoritos foram utilizados na fabricação de armas, respectivamente nos reinados do Sultão Mahmud de Ghazni e do Grão-Mogol Jahangir. De acordo com Burke (1986), a adaga forjada com o Meteorito Jalandhar foi fabricada a partir de uma mistura de uma parte de ferro terrestre e três partes do “ferro de relâmpago” (BURKE, 1986: 232).

Nas áreas indianizadas do arquipélago indo-malaio, há registros dos meteoritos encontrados em Java em 1421 e em Prambanan em 1797. Os dois meteoritos foram largamente utilizados pelos javaneses na fabricação das espadas ceremoniais *kris* ou *keris*.

Os tibetanos utilizavam meteoritos, em especial os tectitos, denominados *thokcha*, como talismãs mágicos. Os *thokcha* eram amuletos esculpidos e também eram utilizados como objeto de culto. Entre 1938-39, uma expedição nazista comandada por Ernst Schäfer foi enviada à Ásia Central para encontrar as origens dos povos arianos. Na expedição foi descoberta a escultura denominada Homem de Ferro, uma escultura que representa um dos quatro reis celestes do budismo, Vaiśravaṇa, que possuía o símbolo da suástica e que foi fabricado a partir ferro meteórico por volta de 1.000 d.C.

É possível que os chineses, coreanos, mongóis e japoneses possuíam um saber empírico relacionado aos meteoritos e os utilizavam na fabricação de ferramentas. Os chineses possuem um registro histórico de quedas de meteoros e eventos meteoríticos ocorridos no país, como a chuva de meteoritos ocorrida em 700 a.C., e o Evento Qingyang²⁷ ocorrido em 1490. De acordo com McCall (2006), um mandarim

²⁶ O Meteorito “Caído da Noite” ou *Nightfall* já era conhecido há gerações pelos somalis, que o denominavam de Shiid-Birood. O seu nome oficial é El Ali, nome da localidade em árabe que também é conhecida em somali como Ceel Cali. O Meteorito El Ali foi oficialmente encontrado em 2022 pela empresa *Kureym Mining and Rocks Company* durante a exploração de opalas na Somália, sendo removido do país supostamente para a China. Esse meteorito gigante é importante para a ciência, pois nele foram descobertos dois novos minerais, o elaliita ($\text{Fe}_9\text{PO}_{12}$) e o elkinstantonita ($\text{Fe}_4(\text{PO}_4)_2\text{O}$).

²⁷ O evento foi registrado em fontes chinesas, coreanas e japonesas. De acordo com os registros, o evento meteorítico causou a morte e feriu várias pessoas na China. Em estudos realizados por Peter

chamado Liu Xun da Dinastia Tang foi o responsável pela identificação e primeiro registro histórico da existência dos tectitos encontrados no país. Os chineses denominavam esse vidro de impacto como *lei-gong-mo* (“bastões de tinta do deus do trovão”) ou *lei-gong-shih* (“tambores do deus do trovão”) e acreditavam que caíam do céu após tempestades, chuvas e trovoadas. Os tectitos foram utilizados principalmente como joia (MCCALL, 2006: 472).

Mas foi no Japão que ocorreu o registro, recuperação e preservação do meteorito mais antigo do mundo. De acordo com Marvin (2006), no dia 19 de maio de 861 ocorreu uma queda na cidade de Nogata, que foi mantida em uma caixinha no Templo de Nogata por mais de um milênio. Em 1922, o geólogo japonês Kunihiko Yamada analisou a rocha e confirmou sua origem meteorítica (MARVIN, 2006: 15-16). Outros registros históricos ocorreram em Minamino em 1632, em Sasagase em 1704 e em Ogi em 1741. Os japoneses utilizavam meteoritos na fabricação de *katanas*, porém apenas durante a Era Meiji, quando houve forte influência da civilização ocidental no país, e a moda de forja de espadas a partir de meteoritos, que de acordo com Henderson (2013) que havia sido iniciada com a espada que James Sowerby fabricou para homenagear o Czar Alexandre I, após a sua vitória contra Napoleão Bonaparte na Campanha da Rússia (HENDERSON, 2013: 390).

Enquanto os meteoritos foram largamente utilizados como matéria-prima para produção de ferramentas e armamentos no Velho Novo, o mesmo não se pode afirmar em relação aos povos aborígenes australianos e aos polinésios no Oceano Pacífico. De acordo com Bevan (2006), os aborígenes não empregavam o ferro meteorítico no seu cotidiano (BEVAN, 2006: 318). Porém, os relatos de quedas de meteoros permaneceram na memória dos aborígenes por milênios, como o a lenda da “Sombra da Escuridão”, identificada posteriormente como o Meteorito Henbury caído em cerca de 1700 a.C. De acordo com Bevan e Bindon (1996), os aborígenes denominam o local da cratera do meteorito Henbury como *chindu chinna waru chingi yabu which*²⁸, “a rocha onde o Sol caminha como fogo diabólico” (BEVAN e BINDON: 1996, 95). Por outro lado, a recuperação de meteoritos entre os polinésios parece ter sido dificultada

Jenniskens da NASA, o evento foi causado pela desintegração do Cometa C/1490 Y1, que causou alteração gravitacional no asteroide 2003 EH1 e o Evento de Qingyang. A fragmentação do cometa originou a chuva de meteoros Quadrântidas, que ocorre entre 28 de dezembro a 12 de janeiro.

²⁸ Bevan e Bindon (1996) traduziram o nome dado pelos aborígenes ao local da cratera em inglês como “*Sun walk fire devil rock*” e que semanticamente em português poderia ser traduzida como “a rocha onde o Sol caminha como fogo diabólico”.

pelas quedas ocorridas majoritariamente no mar²⁹. Mesmo assim, os maoris da Nova Zelândia relatam mitos, como a dos “Fogos Místicos de Tamaatea”³⁰ que, de acordo com Goff et al. (2010), estão relacionados com uma catástrofe ocorrida nas ilhas neozelandesas e que podem estar associados a queda de um grande meteoro. Outro evento cosmogênico que pode ter afetado as ilhas é a de um *megatsunami* ocorrido no século XV, que pode ter correlação ao Evento Qingyang narrado pelos chineses, coreanos e japoneses (GOFF et al., 2010: 797-798).

Como último continente ocupado de forma efetiva pela espécie humana, o uso de meteoritos entre os povos indígenas da América foi esporádico e restrito. Os esquimós ou *inuit* fabricavam ferramentas a partir do meteorito Cape York, localizado na Groenlândia e que foi removido em 1894 por Robert E. Peary para Nova York.

Entre os índios das Grandes Planícies norte-americanas, os meteoritos foram utilizados como objetos mágicos, amuletos, rodas medicinais (*medicine wheel*) e na fabricação de ferramentas, especialmente nas culturas Hopewell, Sinagua e Wiwona. Entre os meteoritos utilizados pelos índios das grandes planícies norte-americanas estão o Canyon Diablo, o Wiwona, o Anona e o Havana.

Na Mesoamérica, os maias realizavam culto no atualmente denominado Anel dos Cenotes, estrutura de impacto³¹ que seria identificada somente em 1990. O número de meteoritos gigantes encontrados no México é enorme e esses objetos possivelmente já eram de conhecimento dos astecas. Buchwald (1975) afirma que o Morito que era utilizado como indicador da rota para o norte e os fragmentos do Xiquipilco ou Toluca que afloravam no solo após a chuva e eram coletados pelos índios para a fabricação de ferramentas agrícolas (BUCHWALD, 1975: 838; 1209). Taube (2000) afirma que os astecas denominavam tanto o meteorito quanto a obsidiana, de *citlalmitl* ou *xihuitl* significando “excremento das estrelas”, “lagartas de borboletas” ou “vermes” (TAUBE, 2000: 290). De acordo com Viesca (2003),

²⁹ Existem poucos registros de meteoritos recuperados em países insulares como as Ilhas Gregas, o Caribe e a Polinésia.

³⁰ Os mitos maoris sobre o Fogo de Tamaatea pode estar associado a um evento meteorítico ou a uma erupção vulcânica plineana ocorrido nas regiões de Southland e Otago na ilha do Sul da Nova Zelândia, nos últimos milênios que ficaram registrados na toponímia de inúmeras localidades da ilha, todos associados ao fogo, como Tapanui “A Grande Explosão”, o rio Waipahi “O Lugar da Explosão de Fogo”, e o rio Waitepeka, cidade de Kaka Point e Owaka que contêm o radical maori *ka*, que significa fogo. Os maoris acreditam que esse evento levou a extinção das moas, aves ratitas que eram endêmicas na ilha (GOFF et al., 2010: 797-798).

³¹ O Anel dos Cenotes corresponde a parte emersa da Cratera de Chucxulub.

possivelmente também denominavam de *quiauhteocuitlatl*³² ou “ouro da chuva”, um tipo raro de meteorito denominado atualmente como pallasito, e que era utilizado como medicamento. Os meteoritos também foram utilizados na farmacopeia de inúmeras outras culturas do mundo. De acordo com Zucolotto (2014), com a conquista espanhola, quando questionado pelos conquistadores acerca da origem da matéria-prima da qual fabricava os seus armamentos, um líder asteca, apontou o dedo para o céu e afirmou ser “das estrelas” (ZUCOLOTTO, 2014: 362).

Na América do Sul há registros de inúmeros mitos entre os indígenas, como afirma Masse e Masse (2007), relacionados a supostos eventos meteoríticos ocorridos no continente. Entre os muíscas colombianos há relatos de uma queda de meteorito na Laguna de Guatavita, local identificado como o Eldorado. Os caiapós, índios que habitavam a região central da América do Sul, no Brasil central, relatavam em seus mitos sobre a existência de uma cratera vulcânica, a Serra Sellada, localizada no local atual da maior cratera de impacto do continente, o Domo de Araguainha.

Segundo Hernández et al. (1986), os incas contam a lenda da ascensão de Pachacuti como imperador inca, que foi registrado pelo cronista espanhol Cristóbal de Molina no século XVI. De acordo com a lenda, Pachacuti recebeu de presente do deus do sol Inti um espelho de cristal caído do céu na fonte Susurpuquio. Depois de tornar-se imperador, Pachacuti mandou construir o Qorikancha, o templo do Sol, em Cuzco onde depositou o artefato (HERNÁNDEZ et al., 1986: 21).

Porém, o evento meteorítico mais impressionante ocorreu entre os ancentrais dos índios qom ou toba que testemunharam uma das maiores quedas de meteoros da história humana; eles denominaram o local da queda como *Piguem Nonraltà*, que em espanhol significa *Campo del Cielo*, ou “Campo do Céu”. O asteroide de cerca de 1000 toneladas originou inúmeras crateras de impacto e formou um campo de dispersão de cerca de 100 toneladas de meteoritos, que já eram utilizados como ferramentas pelos índios na época da conquista espanhola. Os espanhóis encontraram ferramentas de ferro utilizados pelos índios e iniciaram em 1576 uma série de expedições para encontrar o *Mesón de Fierro*, a “Mesa de Ferro”, local de onde os indígenas extraíam o ferro.

³² O site Mexicolore traz a hipótese de que o *quiauhteocuitlatl* ou “ouro da chuva” seja um meteorito pallasito, baseado em imagens da pedra medicinal encontradas no Códex Florentino, também conhecido como *Historia general de las cosas de la Nueva España* escrita em náuatle e espanhol por Bernardino de Sahagún no século XVI.

Na Europa, os gregos possuíam três designações para referirem-se aos corpos celestes associados aos fenômenos meteoríticos: *aster*, *meteoros* e *sideros*. O primeiro era *aster* ou *astron* que originou a palavra astro e estrela, que se tornou sinônimo de sorte, seja a boa sorte ou a desdita. O radical grego *aster* originou duas palavras que foram absorvidas pelas línguas latinas e neolatinas, como a língua portuguesa, e que passaram a designar o sinal associado à visualização de fenômenos celestes: desastre³³ e catástrofe³⁴. O segundo era *meteoros* e significa “o que está acima” ou “elevado”, que passou a designar o conjunto de fenômenos celestes, os próprios meteoros, e está na raiz das ciências Meteorologia e Meteorítica. E por fim, o terceiro era *sideros* que significa “astro” e passou a denominar a “estrela cadente” e o seu produto, o ferro, presente nas palavras sideral e no ofício de forja de ferro meteórico, a siderurgia. Esses três conceitos gregos sobre fenômenos celestes - astros, meteoros e siderais - passaram a representar tanto os corpos celestes que caem do céu, a técnica de forjá-lo e o presságio associado a esses fenômenos meteoríticos. O estudo dos meteoros está na raiz de três ciências: a Meteorologia, a Meteorítica e a Siderurgia.

O registro mais antigo na Grécia refere-se ao meteorito encontrado em Hagia Tríada em Creta utilizado como talismã por volta de 1478 a.C. Os gregos faziam largo culto a pedras, em especial ao *omphalos* em Delfos, centro da cultura grega clássica, que os gregos acreditavam ser a pedra oferecida pela deusa Reia ao titã Cronos, ao engolir os filhos da sua gestação. A pedra substituiu o bebê Zeus, que iria se rebelar contra o pai na Titanomáquia e tornar-se senhor do Olimpo. De acordo com Burke (1986), o culto às rochas na Grécia Antiga, envolvia meteoritos, pedras de raio e *omphalos*. O *omphalos* era “um cone alongado dentro de um templo de duas colunas” (BURKE, 1986: 221).³⁵ Além disso é importante mencionar o uso dos bétilos associado principalmente ao culto de Cibele ou Dea Mater, originário da Anatólia, onde havia a Pedra Hamza³⁶.

³³ Do latim *disaster* e pelo italiano *disastro*, formadas a partir da união dos radicais *dis* e *aster* e que significam “má estrela”, originando a palavra desastre (CIVITA, 1999: 303).

³⁴ Do grego *katastrophe*, pelo latim tardio *catastrophe*, formadas a partir da união dos radicais *katas* “que cai” ou “para baixo” e *astron* “estrela”, significando “estrela que cai” (CIVITA, 1999: 206).

³⁵ No original em inglês: “(...) *omphalos* – that is, by na elongated cone within a temple of two columns” (BURKE, 1986: 221).

³⁶ A Pedra Hamza (em turco *Hamza Taşı*) localiza-se na ilha de Giresun, na Região do Mar Negro, Turquia. A rocha de grandes dimensões não possui natureza meteorítica, mas parece ter “caído do céu”. Esse local foi na antiguidade o centro do culto da deusa Cibele.

O culto aos meteoritos tornou-se disseminado em várias polis gregas. Pseudo-Apolodoro na sua obra *Biblioteca* cita o Paládio³⁷, uma estátua da deusa Palas Atena que teria caído do céu e era adorada em Troia. As moedas cunhadas no período clássico e helenístico também descrevem o culto a Zeus em Seleucia Pieria e Tegea associadas aos *omphalos*. A estátua de Ártemis em Éfeso, uma das sete maravilhas do mundo, também possivelmente era de origem meteorítica, e é mencionada por São Lucas no Novo Testamento (ATOS 19:35)³⁸. De acordo com Burke (1986) o culto de Afrodite também estava associado aos meteoritos e aos *omphalos* em Aphaca, Biblos e Pafos (BURKE, 1986: 221).

Os filósofos pré-socráticos vão ser os primeiros a propor explicações naturais sobre os meteoritos. Diógenes de Apolônia foi o primeiro a defender a origem espacial dos meteoritos. Demócrito de Abdera, foi um dos pioneiros do atomismo e também foi o primeiro a sugerir uma explicação racional para a origem do universo, que ficou conhecida como a da teoria do vórtice estelar. Anaxágoras sugeriu a hipótese da panspermia. Essas reflexões dos filósofos-físicos serão séculos depois alvo de reinterpretações. Porém, a importância dos físicos será eclipsada pelo *corpus* monumental do filósofo macedônio Aristóteles³⁹. A física aristotélica se tornou o cânones científicos do Ocidente e do Oriente próximo por quase dois milênios, especialmente na sua concepção dicotômica do cosmos, dividida nas esferas supralunar e sublunar. Enquanto a esfera supralunar dos corpos celestes era perfeita e imutável, a esfera sublunar era imperfeita e sujeita a mudança.

³⁷ A tradução em língua portuguesa da obra *Biblioteca* de Pseudo Apolodoro por Cabral (2013) cita a fundação de Troia e a queda do Paládio: *Ilo funda Troia e recebe o Paládio: (...) Aí Ilo fundou uma cidade e a chamou de Ilion; como havia suplicado a Zeus que lhe mostrasse algum sinal, já de dia contemplou o Paládio, que, caído do céu, estava diante de sua tenda; tinha três côvados de comprimento, com os pés juntos, em sua mão direita mantinha uma lança erguida e na outra uma roca e um fuso. Origem do Paládio:* A história acerca do Paládio é a seguinte: dizem que quando Atena nasceu, foi criada por Trítón, que tinha uma filha, Palas. Ambas se exercitavam nas artes da guerra e certa vez se envolveram em uma disputa. Quando Palas estava a ponto de golpear Atena, Zeus, temeroso, interpôs a égide, e Palas, assustada, olhou para cima e, deste modo, caiu ferida por Atena. Então, Atena, que sentia uma imensa mágoa por sua causa, confeccionou uma estátua de madeira semelhante a Palas, colocou em torno de seu peito a égide que ela havia temido, e erigindo-a junto de Zeus, venerou-a. Mais tarde, Electra, no momento de sua violação, buscou refúgio junto à estátua, e Zeus arrojou o Paládio juntamente com Ate à região de Ilion; e Ilo construiu um templo para ele e o venerou. Isto é o que se conta a respeito do Paládio (PSEUDO APOLODORO Apud CABRAL, 2013: 113-114). De acordo com essa versão do mito, a estátua caída do céu era na verdade de madeira.

³⁸ “Homens efésios, qual é o homem que não sabe que a cidade dos efésios é a guardadora do templo da grande deusa Diana, e da imagem que desceu de Júpiter?” (ATOS 19:35).

³⁹ ARISTÓTELES (384 a.C. – 322 a.C.): filósofo macedônio nascido em Estagira em 384 a.C. e falecido em Atenas em 322 a.C. Considerado o “Pai da Ciência” e o pai de inúmeras ciências particulares, como a Biologia e a Meteorologia. Em Meteorítica sua principal contribuição foi a obra *Meteorológicos*, a ciência do estudo dos meteoros, que atualmente corresponde ao estudo dos fenômenos atmosféricos.

Aristóteles foi o responsável por nomear a ciência Meteorologia, a ciência dos meteoros, na sua obra *Meteorológicos*. Os meteoros serão interpretados à luz da chamada “dupla exalação”, a úmida e a seca. Para Aristóteles (2017), a exalação úmida era mais pesada e concentrava-se na baixa atmosfera, enquanto a exalação seca era mais leve e concentrava-se na alta atmosfera da Terra, o que explicava a natureza sublunar dos meteoros:

Um sinal suficiente de que o lugar de cima não é quente nem inflamado pelo fogo são também as estrelas cadentes. Com efeito, não se formam lá [em cima], mas em baixo, embora os [corpos] que mais rapidamente se movem, mais rapidamente se inflamam (...).

Feitas essas distinções, digamos por que causa aparecem no céu as chamas ardentes, bem como as estrelas cadentes e os [fenômenos] por alguns chamados <<archotes>> e <<cabras>>. Com efeito, esses [fenómenos] são todos o mesmo e [aparecem] devido à mesma causa, mas diferem pelo mais e pelo menos.

O princípio tanto deles como de muitos outros é este. Quando a terra é aquecida pelo sol, é necessário que se produza a exalação, não simples, como acreditam alguns, mas sim dupla: uma que tem mais o aspetto de vapor e outra que tem mais o de sopro; uma é um vapor do húmido que se encontra dentro da terra e sobre a terra e a outra tem o aspetto de fumo da própria terra, que é seca; e [é necessário] que, destas, a que tem aspetto de sopro se eleve, devido ao calor, enquanto a que é mais húmida fique sempre abaixo, devido ao peso... (ARISTÓTELES, 2017: 49-50).

Em 476 a.C., ocorreu uma queda de um meteorito em Aegospotami, na Trácia. De acordo com Aristóteles (2017), “a pedra, vinda do ar, caiu no Egospótamo, caiu de volta depois de ter sido elevada pelo vento durante o dia; e ao mesmo tempo aconteceu que um astro cabeludo⁴⁰ já tivesse surgido a oeste” (ARISTÓTELES, 2017: 61-62). Plínio, o Velho (2018), também cita em sua História Natural esse fato:

Os gregos se vangloriam de que Anaxágoras, de Clazômenas, no segundo ano da 78ª Olimpíada, a partir de seu conhecimento do que diz respeito aos céus, previra que, em determinado momento, uma pedra cairia do Sol. Algo que realmente aconteceu, durante o dia, em que uma parte da Trácia, no rio Ægos. A pedra agora pode ser vista: tem o tamanho de um carro e aparência queimada; havia também um cometa brilhando na noite à época. Mas acreditar que isso tinha sido previsto seria admitir que os poderes de adivinhação de Anaxágoras eram ainda mais maravilhosos, e que nosso conhecimento sobre a natureza das coisas e, na verdade, sobre qualquer coisa, poderia ser lançado em confusão, se supuséssemos também que o próprio Sol é composto de pedras, ou que havia pedras nele; no entanto, não pode haver dúvidas de que pedras caem frequentemente da atmosfera. Há uma pedra, uma pequena, na verdade, neste momento, no Ginásio de Abidos, que por conta disso é venerada, e que o mesmo Anaxágoras previra que iria cair no meio da Terra. Há outra em Cassandria, antigamente chamada Potiæa que, a partir desse caso, foi construída naquele lugar. Eu

⁴⁰ A expressão “astro cabeludo” refere-se a um cometa.

mesmo vi uma no país de Vocontii, que havia sido trazida dos campos pouco tempo antes (PLÍNIO, O VELHO, 2018: 80-81).⁴¹

Os romanos possuíam diferentes palavras para se referirem aos meteoros. Plínio, O Velho, identifica os *faces* que se diferenciam em *lampades* e *bolides*:

Os *faces* brilham intensamente, mas nunca são vistos, exceto quanto estão caindo (...) Existem dois tipos deles: os chamados *lampades* e os chamados de *bolides* (...). Os *faces* produzem um longo rastro de luz, e apenas sua parte dianteira está em chamas; enquanto os *bolides*, estando inteiramente em estado de combustão, deixam um rastro ainda mais longo atrás deles" (PLÍNIO, O VELHO, 2018: 57).

Os romanos fabricavam objetos ceremoniais a partir de meteoritos, como o *Ancile*, escudo utilizados pelos doze sacerdotes sálios nas solenidades associadas ao culto ao deus da guerra, Marte, no qual realizavam danças de espadas. De acordo com McBeath e Gheorghe (2005), no ano 707 a.C., durante o reinado do rei romano Numa Pompilius, uma peste assolou a cidade de Roma e um objeto caiu dos céus, como presente dos deuses (MCBEATH e GHEORGHE, 2005: 135-136). Um milênio depois, a lendária Espada de Marte do líder huno Átila, cognominado o "Flagelo de Deus", também possuía uma possível origem meteorítica (ZUCOLOTTO, 2014: 362).

Na Roma Imperial, o culto aos meteoritos atingiu o seu ápice no reinado do imperador Heliogábalo (218-222) após a queda do meteorito Emessa (Homs) na Síria, terra natal da dinastia dos Severos e do culto ao Sol Invicto. O imperador ordenou a sua remoção para Roma, onde se tornou parte do culto oficial, e o meteorito cônicoo passou a ser considerado a própria personificação do deus Elagabal (Sol Invicto). A procissão do Cone de Elagabal até Roma foi narrada pelo historiador romano Herodiano e nas moedas cunhadas no curto reinado do imperador.

Alguns registros sobre quedas de meteoritos também foram preservados da Antiguidade Clássica, como a queda em 56 a.C. na Lucânia e em 452 d.C. na Trácia. Plínio, O Velho, registra que "choveu ferro entre os lucanianos, um ano antes de Crasso ser morto pelos partos, bem como todos os soldados lucanianos, dos quais havia um grande número neste exército" (PLÍNIO, O VELHO: 2018: 79).

O uso do conceito de flagelo (em latim *flagellum*), ou chicote, pode denotar a visão de fenômenos celestes como meteoros, e em especial de cometas, como

⁴¹ De acordo com Mourão (1985), o cometa visto em Aegospotami por Anaxágoras em 467 a.C. também foi observado na China (MOURÃO, 1985: 368). Essa data sugere que o cometa registrado nas fontes clássicas e chinesas seja o Cometa Halley.

“castigo”. A queda de meteoros foi interpretada como sinal de graça ou da ira divina. Eventos meteoríticos causaram histerias coletivas e pânico em diversas comunidades ao longo da história, até mesmo no século XXI, como a que ocorreu em 2008 em Carancas, no Peru. Meteoritos também foram associados à má sorte, e foram alvo de práticas apotropaicas, como a sua própria destruição. Ainda no século XX a prática de destruir meteoritos era comum.⁴²

Ramussen (1990) realizou um estudo sobre a atividade máxima de meteoritos, estrelas cadentes e cometas ao longo dos últimos milênios e sugeriu que possa existir um ciclo de fluxo meteorítico e cometário, com duração de cerca de 1050 anos, que pode ter impactado na escatologia e na disseminação de literatura apocalíptica judaica-cristã durante a Antiguidade Clássica. Um dos efeitos dessa atividade acrecionária foi a crença no milenarismo e as seitas messiânicas derivadas.

Os efeitos das ondas sucessivas de invasões bárbaras na Europa fizeram desaparecer por séculos os registros. Os meteoritos começam a ser relatados, registrados e enumerados novamente por volta do século VIII no mundo islâmico, e especialmente no ocidente europeu no século X. Na Península Itálica são registrados a queda de três meteoritos, em 921 em Narni, e outras em 956 e 963; e no Sacro Império Romano-Germânico as quedas de Augsburg em 952 e Magdeburg em 998.

Durante a Idade Média na Europa, os meteoritos foram associados a aparições de monstros (*monstrum*) ou animais fantásticos, especialmente os dragões voadores (*Draco Volans*), como a relatada na Crônica de Lavrenti em 1091: “Neste verão, quando o príncipe Vsevolod estava caçando não muito longe de Kiev, um dragão gigante caiu do céu, aterrorizando todas as pessoas. Naquele momento a Terra tremeu e as pessoas ouviram o barulho...”.⁴³ Algumas hagiografias relatam a luta de santos cristãos “mata-dragões”, que também podem estar associados a eventos meteoríticos. São Procópio de Ustyug enfrentou uma nuvem de chuva de pedras que aterrorizava a comunidade de Ustyug localizada no Principado de Vladimir-Suzdal em 1290 (IVANOVA e NAZAROV, 2006: 219-220).

⁴² Como ocorreram no Brasil após as quedas dos meteoritos Uberaba em 1903 e Paranaíba em 1956.

⁴³ “This summer, when Prince Vsevolod was hunting not far from Kiev, a gigantic dragon fell down from the sky, terrifying all the people. In that moment the Earth shook and many people heard the noise...” (IVANOVA e NAZAROV, 2006: 219).

De acordo com Dall'Olmo (1978), o Papa Urbano II conclamou a Primeira Cruzada em 1095 após uma chuva de meteoros em Roma, como um sinal no céu da aprovação da vontade divina para a missão (DALL'OLMO, 1978: 129).

Na Baixa Idade Média, entre os séculos XI e XV foram relatadas 16 quedas e 1 achado de meteoritos na Europa. Os registros mais importantes ocorreram nas cidades de Elbogen (atual Loket) em 1400 e de Ensinheim em 1492.

Em 1400, ocorreu a queda do Meteorito Elbogen, no castelo de Elbogen, localizado no Reino da Boêmia, que se tornou célebre graças à superstição envolvendo a maldição lançada por uma bruxa ao cruel burgrave que governava o castelo e a crença de que o meteorito era enfeitiçado. Os boêmios tentaram em vão destruir o meteorito por várias vezes ao longo da história, mas o meteorito amaldiçoado sempre reaparecia assombrando o castelo.

Em 07 de novembro de 1492 ocorreu a queda do Meteorito Ensisheim na Alsácia. A queda do meteorito ocorreu quando o Imperador Maximiliano do Sacro Império estava em marcha para a guerra contra a França e os Turcos-Otomanos. De acordo com Piqué (2013), a queda do meteorito foi utilizada como propaganda política pelos germânicos como um sinal do céu para justificar a sua vitória contra os franceses (PIQUÉ, 2013: 256-257). O meteorito denominado de *Donnerstein* ou “Pedra do Trovão” foi preservado na igreja de Ensisheim e é desde então protegido pela Irmandade de São Jorge dos Guardiões do Meteorito de Ensisheim. Além disso, a queda foi bastante impactante na comunidade, que gerou inúmeras obras de arte sobre o evento, como xilogravuras, pinturas e ilustrações.

A partir da queda de Ensisheim, as quedas de meteoritos na Europa passaram a ser registradas e os meteoritos também passaram a serem conservados, sendo 16 no século XVI, 22 no século XVII e 42 no século XVIII⁴⁴.

No século XVII, a física aristotélica passa a ser questionada por inúmeros filósofos naturais na Europa. O nascimento da ciência experimental, a matematização da natureza, o surgimento do método científico e o avanço na instrumentação, levam a profundos questionamentos das antigas teorias de Aristóteles sustentadas na sua cosmologia, física e meteorologia clássica. Nicolau Copérnico, Giordano Bruno, Galilei Galileu e Johannes Kepler foram os responsáveis por uma nova perspectiva do cosmos, sustentadas no heliocentrismo, no cosmo infinito e na mutabilidade celeste.

⁴⁴ A origem meteorítica do Meteorito Elbogen só foi identificada séculos depois.

Novas hipóteses sobre os fenômenos cósmicos passaram a serem debatidas, como Edmond Halley, que foi o primeiro a sugerir que os cometas eram objetos do espaço, calculou matematicamente sua órbita e previu o seu retorno, descobrindo a periodicidade do Cometa Halley; René Descartes, Emanuel Swedenborg, Thomas Wright, Immanuel Kant, Jean-Henri Lambert e Pierre-Simon Laplace também foram os responsáveis pela retomada das discussões sobre a origem do Sistema Solar e formulação de novas hipóteses⁴⁵, como a Hipótese da Nebulosa Solar.

Após a invenção da luneta, Galileu Galilei foi o primeiro a identificar as crateras da Lua. Robert Hooke foi o primeiro a sugerir que os “buracos” na Lua foram causados por “tiros” ou “balas de canhão”. Apesar disso, as discussões científicas relacionadas aos efeitos de impactos de meteoroides no planeta só terão avanços no limiar do século XX.

A síntese da Revolução Científica ocorre a partir de Isaac Newton, em especial da nova física, no qual grande parte dos axiomas fundamentais do aristotelismo-tomismo são derrubados. A Revolução Científica do Século XVII fornecerá as bases para a revolução científica na Meteorologia clássica, que originará a Meteorítica.

Enquanto a comunidade filosófica e científica na Europa avançava o conhecimento humano sobre o cosmos, com a expansão marítima e colonial, os registros e recuperação de meteoritos atingiram locais diversos como a América⁴⁶ no século XVI, a África⁴⁷ e a Ásia⁴⁸ no século XVIII. No final do século XVIII, meteoritos de várias partes do mundo eram enviados para os gabinetes de curiosidades dos reis e imperadores de toda a Europa.

⁴⁵ As três hipóteses são a Hipótese da Ejeção, a Hipótese da Captura Gravitacional e a Hipótese da Nebulosa Solar. Atualmente a Hipótese da Nebulosa Solar é aceita cientificamente.

⁴⁶ Na América Colonial, a despeito da destruição sistemática dos escritos indígenas, os primeiros registros de meteoritos e fenômenos associados ocorreram apenas após a chegada dos conquistadores europeus. Na Nova Espanha já se conhecia a existência do Meteorito Morito em 1600, o Toluca ou Jiquipilco em 1784, o Sierra Blanca em 1784 e o Zacatecas (1792) em 1792. No Peru os espanhóis souberam em 1576 da existência do *Mesón de Fierro*, localizado na atual Argentina. Em Santafé de Bogotá ficou na memória do povo colombiano o chamado “*El Tiempo del Ruído*” associado ao chamado *El Bólido* de Bogotá ocorrido em 9 de março de 1687 que foi interpretado como a chegada de uma legião de demônios preparados para a batalha do Juízo Final. No Brasil foi em 1784 que foi encontrado o primeiro meteorito, o Bendegó, na época o segundo maior do mundo.

⁴⁷ Na África Colonial, fora o Siratik, os primeiros meteoritos registrados foram o Cape of Good Hope em 1793 e a queda em Mauritius em 1801.

⁴⁸ Na Ásia Colonial os primeiros meteoritos foram recuperados especialmente na Índia. Os meteoritos Mulletiwu (1795) e Benares (a) 1798 foram recuperados pelas autoridades britânicas e remetidas à Coroa como presentes para o gabinete de curiosidades real.

Em suma, às vésperas da Idade do Aço⁴⁹ ainda predominavam diferentes concepções relacionadas aos meteoros e aos meteoritos. Em termos científicos predominava a teoria aristotélica da dupla exalação. Em termos pragmáticos predominava o uso de meteoritos como matéria-prima para a siderurgia e a forja de ferramentas e armamentos, e seu uso econômico⁵⁰, utilitário e prático era muito superior do que o seu uso simbólico, religioso e mágico. Além desse conhecimento científico e pragmático dos meteoritos, também permaneceram no senso comum os conhecimentos empíricos de que “pedras caíam dos céus”, misto de folclore, magia, religião e mito. Essa crença de que “pedras caíam dos céus” eram desacreditadas pela ciência, considerada apenas como uma superstição popular, assim como outras crenças como chuva de animais que, de acordo com Nield (2011):

Esse peso combinado de autoridade de Aristóteles a Newton era difícil para os homens instruídos resistirem. Além disso, embora seja fácil condenar como esnobismo o fracasso dos sábios de tempos passados em dar crédito aos relatos de testemunhas oculares de pessoas comuns, o seu fracasso é muito mais fácil de desculpar quando nos lembramos de todas as outras coisas que essas pessoas também não encontraram dificuldade em fazer. acreditando: incluindo chuvas de peixes, sapos, carne e osso, lagartos, doces, cobras, teias de aranha e geleias⁵¹ (NIELD, 2011: 61).⁵²

De acordo com Burke (1986), meteoritos eram considerados pelo povo como prêmios e fontes de superpoderes:

O folclore e os mitos sobre meteoros e meteoritos têm um interesse intrínseco na medida em que demonstram o extraordinário alcance da imaginação humana. Várias destas crenças sugerem uma razão pela qual relativamente poucas quedas e achados de meteoritos foram relatadas na Europa antes do final do século XVIII. Os camponeses de áreas remotas consideravam os meteoritos como possuidores de atributos ou poderes singulares, ou como contendo ouro ou prata. Um meteorito era um prêmio a ser valorizado, e sua queda ou disposição não eram assuntos a serem divulgados às autoridades

⁴⁹ Referimos aqui como “Idade do Aço”, a Idade do Ferro Fundido, iniciado em larga escala após a Revolução Industrial, a partir do ano 1750.

⁵⁰ Os meteoritos sempre possuíram valor econômico na cultura humana. Ainda é uma prática comum após visualizar a queda de um meteoro, as pessoas realizarem um “pedido”.

⁵¹ Outra crença comum em algumas partes na Europa era a origem celeste de uma substância gelatinosa que aparecia após quedas de meteoros, chamada geleia das estrelas, *stella terrae* ou *star jelly*.

⁵² This combined weigh of authority from Aristotle to Newton was hard for learned men to resist. What is more, although it is easy to condemn as snobbery the failure of savants from former times to credit the eyewitness accounts of common people, their failure is much easier to excuse when one remembers all the other things that such folk also found no difficulty in believing: including rains of fish, frogs, flesh and blood, lizards, sugar-candy, snakes, spiders' webs and jelly (NIELD, 2011: 61).

que iriam apoderá-lo. Existem evidências suficientes para tornar esta ideia plausível (BURKE, 1986: 215).⁵³

1.2 A história da meteorítica

Nesse subcapítulo nos propomos a resumir a história da meteorítica considerando os achados e as quedas dos principais meteoritos do mundo, que mobilizaram grande parte da comunidade científica nos seus estudos e o impacto destes nas ideias sobre a natureza desses objetos cósmicos; o desenvolvimento de estudos de objetos celestes relacionados, como asteroides e cometas; e o aprimoramento de técnicas e tecnologias fundamentais que auxiliaram na decifração dos “enigmas” relacionados a esses objetos. Também nos propomos a discutir a história da meteorítica a partir de suas principais instituições e seus principais protagonistas, sejam profissionais ou amadores.

Inicialmente, é importante mencionar um fato interessante relacionado à ciência meteorítica. A meteorítica, aparentemente, é a única ciência que seleciona os seus “iniciados”, sejam naturalistas e humanistas, a partir do testemunho de profissionais e amadores do seu fenômeno fundamental, vislumbrar o espetáculo de um meteoro acaba por direcionar muitos talentos para essa ciência.⁵⁴

Em linhas gerais, a história da meteorítica pode ser dividida em seis períodos, nos quais houve a predominância de certas discussões teóricas no cenário do desenvolvimento dessa ciência, que pode ser resumida da seguinte forma: 1) Grécia Clássica e o Impacto da Meteorologia Aristotélica (VII a.C.-1794); 2) Revolução Científica⁵⁵ e o Nascimento da Meteorítica (1794-1859); 3) A Era de Ouro dos Museus

⁵³ The folklore and myths about meteors and meteorites have an intrinsic interest in that they demonstrate the extraordinary range of the human imagination. A number of these beliefs suggest a reason why relatively few meteorite falls and finds were reported in Europe before the end of the eighteenth century. Peasants in remote áreas regarded meteorites as possessing singular attributes or powers, or as containing whithin them gold or silver. A meteorite was a prize to be treasured, and its fall or disposition were not matters to be divulged to authorities who would seize it. There is suficiente evidence to make this idea plausible (BURKE, 1986: 215).

⁵⁴ É notável a quantidade de meteoriticistas e caçadores de meteoritos que dedicaram a sua vida à meteorítica após terem testemunhado uma queda de um meteorito, como Harvey H. Nininger, Robert A. Haag, Jim Goodall, Hardy Grunewaldt, Robert Ward, etc.

⁵⁵ Revolução Científica pode se referir a chamada Revolução Científica do Século XVII, no qual há a superação dos paradigmas da Ciência Clássica no Ocidente, bem como a superação de um paradigma em uma determinada ciência. De acordo com Thomas Kuhn na obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* uma revolução científica pode ser definida como “o processo que (...) descreve como a resolução das revoluções corresponde à seleção pelo conflito da maneira mais adequada de praticar a ciência – seleção realizada no interior da comunidade científica. O resultado final de uma sequência de tais seleções revolucionárias, separadas por períodos de pesquisa normal, é o conjunto de instrumentos notavelmente ajustados que chamamos de conhecimento científico moderno. Estágios

de História Natural e as Primeiras Coleções de Meteoritos (1859-1891); 4) Institucionalização e Formação da Comunidade Científica Meteorítica no Mundo (1891-1957); 5) O Impacto da Era Atômica, da Era Espacial e do *Big Science Business*⁵⁶ na Meteorítica (1957-2006); 6) O *New Space Race*⁵⁷ e o Futuro (2006-atualidade). Afirmamos que essas divisões são “fluídas” e que foram delimitadas com objetivo de facilitar no entendimento das principais discussões dessa ciência.

O primeiro período corresponde ao início das discussões ontológicas sobre a natureza dos meteoros na Antiga Grécia. Os filósofos pré-socráticos levantaram algumas hipóteses sobre a origem dos meteoros, porém foi o impacto da obra *Meteorológicos* de Aristóteles que marcou a ciência grega e latina, e sua influência posterior na ciência islâmica, bizantina e europeia. Mesmo após a Revolução Científica do Século XVII, o cânone aristotélico relacionado à origem terrestre ou sublunar dos meteoritos foi endossada pelo filósofo Isaac Newton, na sua obra *Principia Mathematica*, no qual defendia que o universo era composto de vácuo.

O segundo período corresponde à Revolução Científica ocorrida na ciência Meteorítica e a sua emancipação da Meteorologia (1794-1859). Esse período foi marcado pelo impacto da obra *Sobre a origem das massas de ferro encontradas por Pallas e outros semelhantes a ele, e sobre alguns fenômenos naturais associados*⁵⁸

sucessivos desse processo de desenvolvimento são marcados por um aumento de articulação e especialização do saber científico” (KUHN, 2013: 276-277)

⁵⁶ O termo *Big Science Business* é utilizado por Carlos Maia para se referir à *Big Science* como um “grande negócio”, alinhada com o sistema político e o mercado. De acordo com Maia (2013): “há um agenciamento promovido pela difusa corporação do sistema P&C&T, da *big-business science*, que adiciona o gerenciamento político (P) ao clássico sistema de C&T dos tecnocratas. Esses agentes corporativos atuam como propagadores e defensores do ideário científico que se espalha largamente nas sociedades capitalistas contemporâneas. Muito provavelmente, a cristalização mitológica mais consolidada na atualidade – difundida desde a ‘era do progresso’ do século XIX – seja a do imaginário científico” (MAIA, 2013: 227).

⁵⁷ O termo Nova Corrida Espacial (*New Space Race*) é utilizado em oposição à velha Corrida Espacial (*Space Race*) ocorrida entre 1957 e 1975 com a disputa pela URSS e EUA pelo pioneirismo e avanços na conquista espacial. O conceito de *new space* também pode ser diferenciado do *old space*. De acordo com Matos (2022), o *new space* é o processo de intensas transformações na “indústria espacial global [que] vem, [ocorrendo] há aproximadamente doze anos: tecnologias inovadoras, empreendedorismo, novos modelos de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e de financiamento, novas fronteiras de exploração, entre outras (...). Um aspecto central dessas transformações é a atração de participantes comerciais, como *startups* e grandes conglomerados privados, para as diversas cadeias de valor da indústria espacial, o que envolveria uma mudança de paradigma, dado que tradicionalmente o espaço foi dominado pela atuação dos Estados” (MATOS, 2022: 388-389).

⁵⁸ O nome da obra em original em alemão é *Über den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen*.

de Ernst Chladni⁵⁹, o “Pai da Meteorítica”, em 1794 e a sua gradual aceitação pela comunidade científica.

No final do século XVIII, a comunidade científica tentava explicar o raio e outros fenômenos elétricos, como George C. Lichtenberg e Benjamin Franklin. Benjamin Franklin foi o primeiro a identificar que o raio era um fenômeno elétrico e Lichtenberg descobriu os padrões ramificados encontrado em materiais isolantes atingidos por uma descarga elétrica, a Figura de Lichtenberg.

Chladni ficou interessado em meteoros depois de uma conversa que teve com Lichtenberg sobre a visão deste de “um grande meteoro semelhante a um foguete” em 12 de novembro de 1791 em Göttingen (DENNING, 1897: 307).⁶⁰ Chladni iniciou uma pesquisa sobre meteoros que foi fundamentada a partir da associação entre os relatos populares de testemunhas de “chuvas de pedras” ocorridas em diferentes partes do mundo e os fenômenos ópticos e acústicos relacionados às quedas e aos achados das rochas remanescentes que foram coletadas e que ele teve a oportunidade de analisar, especialmente o Ferro Pallas⁶¹, uma rocha incomum, pela qual o pesquisador defendeu a tese da origem espacial dos meteoritos. Por dar credibilidade aos relatos populares, Chladni foi alvo de críticas pela comunidade científica, em especial de Antoine Lavoisier e Benjamin Franklin. Na época, acreditava-se que as chuvas de pedra eram causadas por erupções vulcânicas na Terra e mesmo na Lua. Mesmo assim, a obra permitiu uma verdadeira “revolução científica” no conhecimento acerca dos meteoritos, especialmente ao compreender que os meteoritos correspondem a fenômenos cósmicos, e não terrestres e sublunares, e daí em diante a meteorítica desenvolve-se como ciência, porém a aceitação dessa ideia revolucionária foi lenta e gradual.

Em 1819, Chladni fez outra importante contribuição na meteorítica ao organizar o primeiro catálogo de meteoritos, publicado na obra *Sobre meteoros de fogo: e sobre*

⁵⁹ ERNST FLORENS FRIEDRICH CHLADNI (30/11/1756 - 03/04/1827): foi um físico alemão nascido em Wittenberg em 1756 e falecido em Breslau em 1827. É considerado o “Pai da Meteorítica” e o “Pai da Acústica”. Na Meteorítica escreveu duas obras fundamentais que foram *Sobre a origem das massas de ferro encontradas por Pallas e outros semelhantes a ele, e sobre alguns fenômenos naturais associados* (1794) e *Sobre meteoros de fogo: e sobre as massas que caíram com eles* (1819). Em Acústica foi o responsável pela descoberta das Figuras de Chladni.

⁶⁰ “A large meteor resembling a rocket seen by Lichtenberg at Göttingen” (DENNING, 1897: 307).

⁶¹ O Ferro Pallas recebeu essa denominação em homenagem ao seu descobridor Peter Simon Pallas, e atualmente é denominado como Meteorito Krasnoyarsk. O meteorito é o espécime-tipo de um tipo de meteorito siderólito denominado pallasito.

*as massas que caíram com eles*⁶², que se tornou uma prática comum entre os meteoritólogos desde então.

Enquanto isso, várias quedas de meteoritos ocorreram na Europa no período que reforçaram a tese de Chladni, em especial a de Wold Cottage na Inglaterra em 1795 e a de L'Aigle na França em 1803. Na Inglaterra ocorreu em 1795 a queda do Meteorito Wold Cottage na propriedade rural de Edward Topham que localizou o meteorito e investigou os relatos das testemunhas, dando credibilidade aos depoimentos populares.

O início do século XIX foi marcado por um intenso fluxo acrecionário cometário, asteroidal e meteórico. Em 26 de abril de 1803 ocorreu uma queda massiva de meteoritos testemunhada por centenas de pessoas na cidade francesa de L'Aigle. A Academia de Ciências francesa patrocinou a expedição de Jean-Baptiste Biot para analisar o caso. A pesquisa concluiu que os relatos populares eram verdadeiros, ao mesmo tempo que foi produzido o primeiro mapa sobre um campo de dispersão de um meteorito.

Entre 10 a 13 de novembro de 1833 ocorreu a maior queda de meteoros da história⁶³, no evento conhecido como “Grande Tormenta de Meteoros” ou “Grande Tempestade de Meteoros Leônidas” no qual 72 mil meteoros foram vistos por hora. A data ficou conhecida como “o dia que as estrelas caíram” ou o “Dia do Julgamento”. O fenômeno foi visto especialmente na América do Norte e na Europa, e atualmente sabe-se que corresponde ao resto da fragmentação do Cometa Tempel-Tuttle, e que a chuva de meteoros Leônidas tem picos excepcionais a cada 33 anos.

No início do século XIX foram descobertos os primeiros asteroides. A descoberta dos asteroides ocorreu devido a lacuna encontrada entre as órbitas dos planetas Marte e Júpiter, descoberta por Johann Daniel Titius e Johann Elert Bode. Titius e Bode publicaram em 1766 uma sequência matemática relacionada à distância proporcional entre os planetas e o Sol, que ficou conhecida como Lei de Titius-Bode, que de acordo com Couper e Henbest (2009) pode ser definida como:

⁶² O nome da obra de Chladni em original em alemão é *Ueber Feuer-Meteore: und über die mit denselben herabgefallenen Massen*.

⁶³ O fato é que o século XVII foi o “século das supernovas”, o século XVIII o “século dos cometas”, o século XIX o “século dos meteoros” e o século XX o “século dos meteoritos”. Agora resta-nos saber o que nos aguarda no século XXI, mas ao que tudo indica, será o “século dos asteroides”. Esses eventos cósmicos mobilizaram grande parte da comunidade científica em suas épocas na busca da elucidação desses fenômenos, que contribuíram para o avanço da ciência sobre esses objetos.

A Lei Titius-Bode (...) é surpreendentemente simples. Se considerarmos que a distância da Terra em relação ao Sol é de 10 unidades, então os seis planetas da época – de Mercúrio a Saturno – teriam distâncias de aproximadamente 4, 7, 10, 15, 52 e 95 unidades. A lacuna maior entre Marte (15) e Júpiter (52) postulava uma questão. Deveria haver um mundo ao redor de 28 unidades (COUPER e HENBEST, 2009: 186).

A sequência numérica possuía uma lacuna entre os planetas Marte e Júpiter, e a comunidade científica passou a acreditar na existência de um suposto planeta perdido, nunca antes visto, especialmente após William Herschel ter descoberto o planeta Urano em 1781 e a sua distância estava de acordo com a Lei de Titius-Bode.

(...) Herschel soltou a bomba. Ele descobriu Urano (cujo nome foi proposto por Bode), que acabou revelando uma órbita de 192 unidades em relação ao Sol. Era incrivelmente próxima da previsão da Lei de Bode, de 196 unidades. A lacuna entre Marte e Júpiter tornou-se não só interessante, mas também embarçosa.

Bode então saiu à caça. Ele e os colegas – que se apelidaram de “polícia celestial” – saíram em busca do mundo que faltava... (COUPER e HENBEST, 2009: 186).

No final do século XVIII, os astrônomos europeus organizaram a chamada Polícia Celeste com objetivo de caçar o suposto planeta perdido. Mas, foi apenas em 1801 que Giuseppe Piazzi identificou o primeiro asteroide⁶⁴, que foi batizado de Ceres⁶⁵. Heinrich Olbers, respectivamente em 1802 e 1807, descobriu os asteroides Palas e Vesta, e Karl Harding em 1804 descobriu o asteroide Juno. Desde então, milhares de asteroides foram identificados no Cinturão Principal de Asteroides. A descoberta dos asteroides, aliado a identificação da periodicidade do Cometa Halley em 1705, por Edmond Halley, foram responsáveis pela refutação da teoria newtoniana do vácuo espacial e da comprovação da existência de pequenos corpos celestes no Sistema Solar.

No Iluminismo a ciência foi influenciada pela obra *História Natural* do Conde de Buffon, responsável pela definição do moderno conceito de espécie. Os naturalistas passam então a coletar, identificar, catalogar, classificar e sistematizar as inúmeras espécies de animais, plantas e minerais, recolhendo os espécimes-tipo, que passam a ser preservados em coleções nos Museus de História Natural. Com a profusão dos Museus de História Natural no século XIX, essas instituições passam a financiar expedições científicas em todo o mundo com o objetivo de seleção de espécimes que

⁶⁴ O termo asteroide foi cunhado em 1851 pelo astrônomo real britânico William Herschel.

⁶⁵ Atualmente Ceres é considerado um planeta-anão.

permitiram a identificação de novos elementos químicos, minerais, rochas, meteoritos, fósseis, animais, plantas e micro-organismos; que por sua vez, possibilitaram o avanço no conhecimento científico que culminou com a fragmentação e especialização da ciência em inúmeras ciências particulares como a Química, a Mineralogia, a Petrologia, a Meteorítica, a Paleontologia, a Zoologia, a Botânica e a Microbiologia.

Desde então, os meteoritos se tornaram objetos de alto valor científico e passaram a ser alvo de coleta, identificação, registro, musealização, classificação, curadoria e pesquisa. Ao mesmo tempo que, ao longo do século XIX, o seu uso puramente econômico diminui, especialmente após a Revolução Industrial e as novas formas de obtenção de metais, como o ferro e o níquel.

A contribuição dos químicos e mineralogistas também foi fundamental para o desenvolvimento da Meteorítica. Em 1799, Joseph-Louis Proust foi o primeiro químico a constatar que meteoritos possuíam níquel⁶⁶ em sua composição. Jacques-Louis de Bournon em 1801 e Edward Howard em 1802 realizaram, de forma independente, a primeira análise química de meteoritos. Também de forma independente, William “Guglielmo” Thomson, em 1804, e Alois von Beckh Widmanstätten, em 1808, foram os primeiros a identificar uma estrutura presente unicamente em meteoritos sideritos, o Padrão de Thomson-Widmanstätten⁶⁷. Em 1848, Johann G. Neumann foi o primeiro a identificar em meteoritos sideritos as Linhas de Neumann. Os estudos dos meteoritos foram importantes para identificação de novos minerais, muitos dos quais não existem na Terra, como a taenita, a camacita, a lawrencita, etc.

De acordo com Farrington (1915), a primeira classificação dos meteoritos foi realizada por Martin Klaproth em 1807 que dividiu os meteoritos em pétreos e férreos. Em 1863, Mervyn Maskelyne sugeriu um terceiro tipo, os férreo-pétreos, e uma nova nomenclatura: aerólitos (pétreos), aerosiderólitos (férreo-pétreos) e aerosideritos ou sideritos (férreos). Nesse mesmo ano, Gustav Rose publicou a sua classificação de meteoritos e introduziu o termo côndrulo, nome dado para as esférulas de minerais e

⁶⁶ Ao contrário do ferro, o níquel só foi descoberto e isolado quimicamente em laboratório pelo químico sueco Axel Fredrik Cronstedt em 1751 e recebeu essa denominação graças ao termo utilizado pelos mineradores alemães *Kupfernickel*, que significa “cobre do diabo”.

⁶⁷ William Thomson e Alois von Beckh Widmanstätten descobriram o Padrão de Thomson ou Padrão de Widmanstätten de forma independente. Propomos utilizar o termo Padrão de Thomson-Widmanstätten, pois é uma prática comum na Ciência homenagear dois cientistas que fizeram as mesmas descobertas de forma independente como um binômio, como os utilizados como referência à Lei Titius-Bode, à Nuvem de Öpik-Oort, ao Diagrama de Hertzsprung-Russell, etc.

liga de ferro-níquel encontrada na maioria dos meteoritos pétreos, pelo qual denominou de condrito, em oposição aos acondritos, termo criado por Aristides Brezina, que não possuíam côndrulos. A classificação combinada de Klaproth, Maskelyne, Rose e Brezina ainda é utilizada nos dias de hoje pela sua simplicidade, e os meteoritos podem ser divididos em quatro grandes grupos: os condritos, os acondritos, os siderólitos e os sideritos.

Enquanto isso, em sua expedição na América, o naturalista Alexander von Humboldt foi o primeiro a nomear os fenômenos celestes Luz Zodiaca⁶⁸ e *Gegenschein*, na sua monumental obra *Kosmos*. O naturalista prussiano também foi o primeiro a sugerir a correlação existente entre os meteoritos e os asteroides ao afirmar que os meteoritos “são os menores de todos os asteroides” (SMITH et al., 2019: 17).

Paralelamente, Georges Cuvier foi o responsável pela defesa da hipótese catastrofista para explicar as mudanças ocorridas nas espécies ao longo da história natural da Terra, teoria que será desafiada pela hipótese do evolucionismo levantadas por Alfred-Russell Wallace e Charles Darwin.

O terceiro período corresponde à “Era de Ouro” dos Museus de História Natural com a formação de grandes coleções de meteoritos entre 1859-1891. Escolhemos como marco inicial o ano de 1859, conhecido como o “Ano dos Meteoros”⁶⁹. O período foi marcado pelas grandes Processões de Meteoros⁷⁰, eventos meteoríticos que possivelmente estão relacionados com asteroides orbitando a Terra e prestes a cair.

Nesse período, os meteoritos eram objetos de desejo de colecionadores particulares e de curadores de museus de História Natural. Museus de todo mundo organizam expedições para remoções de meteoritos gigantes, em especial os museus da Europa, da Rússia, dos EUA, do Brasil, do México, da África do Sul e da Austrália. As exposições internacionais também foram ocasiões em que meteoritos foram expostos ao grande público, atraindo a atenção dos cidadãos comuns para o tema.

O período foi marcado pela queda do meteorito carbonáceo Orgueil na França em 1864 que apresentava matéria orgânica em sua composição, o que gerou novos

⁶⁸ A Luz Zodiaca ou Falsa Aurora já era conhecida anteriormente por povos de inúmeras culturas, como os árabes e os mesoamericanos.

⁶⁹ O Ano 1859-1860 foi denominado pelos poetas norte-americanos Walt Whitman e John Brow como “Meteor Year”, ou “Ano dos Meteoros”.

⁷⁰ Algumas das Processões de Meteoros ocorreram em 1783, 1860, 1876, 1912 (*Great Meteor Procession*) e 1913 (Cirilídeos).

debates na comunidade científica, sobre a origem da vida, “a pluralidade dos mundos habitados” e a retomada da antiga crença da panspermia por Svante Arrhenius.

De acordo com Nobre et al. (2021), entre as principais inovações técnicas do período destacam-se a invenção do microscópio óptico de luz polarizada por Henry Sorby que permitiram o estudo dos meteoritos a partir de lâminas petrográfica realizada por Gustav Tschermak (NOBRE et al., 2021: 5). A pesquisa científica concentrava-se especialmente nos Museus de História Natural, e as contribuições de Gabriel Auguste Daubrée, Gustav Rose, Henry Sorby, Gustav Tschermak e Aristides Brezina foram fundamentais para a adoção de uma nova classificação científica dos meteoritos, denominada de Sistema Rose-Tschermak-Brezina⁷¹. Os sistemas de classificação serão posteriormente aperfeiçoados, por Prior⁷² em 1920, Mason⁷³ em 1967 e Krot e colaboradores⁷⁴ em 2005. Em 1888, Julia Smith, em honra à memória e ao trabalho do seu marido J. Lawrence Smith doou um fundo para a premiação de pesquisas realizadas em Meteorítica. O *J. Lawrence Smith Medal*⁷⁵ é a premiação mais antiga no mundo.

Graças ao avanço nos estudos sobre chuva de meteoros ocorre a primeira convergência de saberes relacionados à meteorítica, a de que as chuvas de meteoros estavam relacionadas à fragmentação de cometas e a interceptação da órbita terrestre com a desses corpos celestes. Esse esforço só foi possível principalmente graças a Giovanni Schiaparelli em 1864, que foi o primeiro a sugerir que chuvas de meteoros estavam associadas à órbita dos cometas, e Daniel Kirkwood em 1866, que descobriu a ressonância entre a órbita de Júpiter e os asteroides do cinturão principal (MOURÃO, 1985: 416).

Marvin (2006) descreve o cenário da Meteorítica em meados do século XIX:

Em 1858, Karl Reichenbach observou que meteorito é simultaneamente um objeto cosmológico, astronômico, físico, geológico, químico, mineralógico e meteorológico. Ele sabia que especialistas em todas essas áreas poderiam aprender muito com o estudo dos meteoritos. Mas expressando tanto entusiasmo, Reichenbach já chegou um século adiantado. Na década de 1920, os estudos de meteoritos ainda eram uma atividade menor,

⁷¹ O Sistema Rose-Tschermak-Brezina de classificação de meteoritos é baseada na composição mineralógica.

⁷² O Sistema de Prior de classificação de meteoritos simplificou o Sistema Rose-Tschermak-Brezina e introduziu os termos octaedrito, hexaedrito e ataxito para os meteoritos sideritos.

⁷³ O Sistema de Mason é baseada na classificação química e na evolução genética dos meteoritos.

⁷⁴ O Sistema de Krot et al. introduziu a separação entre meteoritos diferenciados e não-diferenciados.

⁷⁵ O prêmio J. Lawrence Smith Medal é dado a cada três anos para pesquisas importantes na Meteorítica.

considerada por muitos cientistas como pouco respeitável. Quase nenhum livro foi escrito, nenhuma sociedade foi estabelecida, pouca pesquisa séria foi realizada e, até 1928, havia apenas uma cratera suspeita de meteorito no mundo. Só com o início da Era Espacial, no final da década de 1950, é que os cientistas começaram a ver os meteoritos como amostras preciosas de outros corpos planetários e como sondas que registram a radiação cósmica no espaço. As histórias de como os meteoritos se tornaram fatores-chave na nossa compreensão dos processos astrofísicos de formação estelar, das origens dos planetas, incluindo o nosso próprio sistema Terra-Lua, e do papel dos impactos na modificação das superfícies planetárias, só foram conhecidos recentemente (...) (MARVIN, 2006: 65)⁷⁶.

Como marco final desse período selecionamos o ano de 1891, ano que Yulian Ivanovich Simashko cunhou o termo Meteorítica. De acordo com Ivanova e Nazarov (2006), o polímata Y. I. Simashko⁷⁷ foi o responsável por batizar em 1889 a ciência dos estudos dos meteoritos como Meteorítica⁷⁸ (IVANOVA E NAZAROV, 2006: 225). Simashko foi um dos pioneiros no desenvolvimento da meteorítica russa, abrindo espaço para a conscientização popular no país, favorecendo a recuperação de inúmeros meteoritos no Império Russo. O trabalho de organização institucional na Rússia e URSS será realizado posteriormente no século XX por Vladimir Ivanovich Vernadsky, Leonid A. Kulik e Evgenij Leonidovič Krinov.

O quarto período, compreendido entre 1891-1957, corresponde ao da institucionalização e formação da comunidade científica meteorítica no mundo, em especial na Europa, EUA, URSS e Japão. Se no século XIX o pioneirismo da Áustria,

⁷⁶ In 1858 Karl Reichenbach remarked that a meteorite is simultaneously a cosmological, astronomical, physical, geological, chemical, mineralogical, and meteorological object. He knew that specialists in all those fields could learn much from the study of meteorites. But it expressing such excitement, Reichenbach was once century too early. In the 1920s meteorite studies still were a minor pursuit regarded by many scientists as being not quite respectable. Scarcely any books had been written, no societies established, little serious research conducted and, until 1928, there was only one suspect meteorite crater in the world. Not until the opening of the Space Age in the late 1950s wold scientists begin to see meteorites as precious samples of other planetary bodies and as probes recording cosmic radiation in space. The stories of how meteorites became key factors in our understanding of the astrophysical processes of star formation, the origins of planets, including our own Earth-Moon system, and the role of impacts in modifying planetary surfaces (...) (MARVIN, 2006: 65).

⁷⁷ YULIAN IVANOVICH SIMASHKO (em russo Юлиан Иванович Симашко) (02/04/1821 – 26/04/1893): foi um polímata russo nascido em Varsóvia e falecido em São Petersburgo, criador do termo Meteorítica (метеоритика em russo, transliteração “meteoritika”). Foi um engenheiro de minas (IVANOVA E NAZAROV, 2006:), escritor, zoólogo, entomologista, meteoriticista e político russo. Foi conselheiro de estado a partir de 1870 na corte do Czar Alexandre III. Segundo o Dicionário Encyclopédico Efron & Brockhaus foi membro da Sociedade Mineralógica Russa e da Sociedade Entomológica. No final da sua vida começou a interessar-se por meteoritos publicando algumas obras sobre o assunto no país e um catálogo da coleção nacional russa exposta na Academia de Ciências da Rússia, localizada na época em São Petersburgo. Não se sabe se a sua obra pode ter influenciado a nacionalização dos meteoritos encontrados na Rússia em 1898 durante o reinado do czar Nicolau II. O nome Yu. N. Simashko parece um erro de transliteração do alfabeto cirílico para o alfabeto latino.

⁷⁸ De acordo com Farrington (1915), Charles Upham Shepard propôs o nome Astrolitologia e Mervyn Maskelyne sugeriu Aerolítica (FARRINGTON, 1915: 5).

Alemanha, França e Reino Unido foram fundamentais para o nascimento da ciência meteorítica, no século XX as contribuições chave passam para a URSS, os EUA e o Japão. O período foi marcado pelo surgimento dos primeiros catálogos globais de coleções de meteoritos e as primeiras obras monográficas sobre meteorítica, em especial no mundo anglófono. Em 1915, Farrington escreveu a primeira obra sobre meteoritos e Meteorítica nos EUA. Na época, o tema era considerado irrelevante para a comunidade científica e o público norte-americano que nenhuma editora quis publicá-la, levando Farrington a distribuí-la de forma independente. A segunda obra, *Meteorites*, só foi publicada por Brian Harold Mason em 1962 que conseguiu um editor para editá-la (MARVIN, 1993: 274). Em 1923, George Thurland Prior, curador do Museu Britânico, publicou a primeira edição da obra *Catalogue of Meteorites*, que se tornou uma obra de referência global sobre meteoritos encontrados em todo o mundo, sendo constantemente reeditada a partir de então.

No século XX, ocorre o surgimento das primeiras instituições meteoríticas, inicialmente em escala nacional, para uma gradual ampliação global de sua abrangência. As primeiras instituições científicas astronômicas, meteóricas e meteoríticas surgiram entre as décadas de 1910-1930. O objetivo dessas instituições era reunir indivíduos de várias partes do mundo, e aos poucos foi ampliando o diálogo da comunidade científica de todo o mundo e o estabelecimento de um Sistema Global da Ciência Meteorítica. Entre as primeiras instituições surgidas nesse período é possível destacar a *American Meteor Society* (AMS) em 1911, a União Astronômica Internacional (UAI) em 1919, a *The Meteoritical Society* em 1933, e mais tarde a Administração Nacional da Aeronáutica e Espaço (NASA) em 1958, o *Lunar and Planetary Institute* em 1969 e a *International Meteor Organization* (IMO) em 1988.

De acordo com Marvin (1993), a *The Meteoritical Society* foi fundada nos EUA por Frederick C. Leonard⁷⁹ e Harvey H. Nininger (MARVIN, 1993: 263). A instituição tornou-se referência em Meteorítica em âmbito global. A instituição *The Meteoritical*

⁷⁹ FREDERICK CHARLES LEONARD (12/03/1896 – 23/06/1960): astrofísico norte-americano nascido em Mount Vernon, Indiana em 1896 e falecido em Los Angeles, Califórnia em 1960. Na infância e adolescência destacou-se como menino prodígio, astrônomo amador, escritor talentoso e colecionador de meteoritos. Foi um dos responsáveis pela institucionalização acadêmica e societária da Ciência Meteorítica no mundo, criando em 1931 o Departamento de Astronomia na Universidade da Califórnia, Los Angeles e em 1923 a sociedade meteorítica *The Society for Research on Meteorites*, embrião da futura *The Meteoritical Society* em 1933. Em sua homenagem, a *The Meteoritical Society* criou o prêmio *Leonard Medal* em 1962. Escreveu várias obras sobre meteoritos, a principal é o *Catalogue of the Meteoritic Falls of the World* (1956).

Society publica desde 1953 a revista *Meteoritics* rebatizada em 1996 como *Meteoritics & Planetary Sciences* (MAPS), que junto com a publicação soviética *Meteoritika*⁸⁰ tornaram-se as principais publicações científicas sobre meteoritos no mundo.

Em 1957, E. L. Krinov criou o *Meteoritical Bulletin* (MetBull) que foi publicado, de acordo com Zipfel et al. (2007), pelo Committee on Meteorites da Academia de Ciências da URSS até 1970. A partir de 1970, o *Meteoritical Bulletin* passa a ser publicado como suplemento da revista MAPS, e atualmente é a principal fonte de referências e o banco de dados mais completo sobre meteoritos encontrados no planeta.

Já em 1965, Nininger e a esposa Addie D. Nininger doaram ao *Buseck Center for Meteorites Studies* da Universidade Estadual do Arizona o fundo *Nininger Science of Meteoritics Fund* responsável pela premiação de jovens cientistas autores de pesquisas originais em Meteorítica, o *Nininger Meteorite Award*⁸¹. Um ano depois, a instituição *The Meteoritical Society* também passou a premiar desde 1966 os meteoriticistas e caçadores de meteoritos com a *Leonard Medal*, e desde 1982 os geólogos e *crater hunters* com a *Barringer Medal*.⁸²

No dia 30 de junho de 1908 ocorreu uma queda de um corpo celeste na Sibéria, denominado como Evento Tunguska. Em 1927 o cientista soviético Leonid Kulik realizou uma série de quatro expedições⁸³ para estudos do local. Kulik estimou que um objeto celeste de 40.000 toneladas se chocou na área gerando uma enorme destruição na taiga siberiana, em um raio de 60 km, porém não conseguiu identificar uma cratera de impacto e nem mesmo recuperar quaisquer meteoritos no local. Em 1947, ocorreu a queda do meteorito Sikhote-Alin, maior queda de um meteorito bem documentado da história, que gerou mais de 23 t de fragmentos de meteoritos, e de acordo com McCall (2006) mais de cem pequenas crateras de impacto. O artista P. I Medvedev testemunhou o evento e o registrou de forma magistral em uma pintura que foi exposta, desde então, no *Meteorite Committee* na Academia Soviética de Ciências.

⁸⁰ A *Meteoritika* aparentemente deixou de circular após o desmembramento da URSS em 1991.

⁸¹ O *Nininger Meteorite Award* premiou em 2021-22 a pesquisadora norte-americana Zoë Wilbur e o brasileiro Cauê Sciascia Borlina, engenheiro aeroespacial formado pelo MIT, recebeu uma Menção Honrosa pelo prêmio.

⁸² Além dos prêmios *Leonard Medal* e *Barringer Medal*, a *The Meteoritical Society* também criou as seguintes premiações: em 1996 o *Nier Prize*, em 2002 o *Paul Pellas-Graham Ryder Award*, em 2006 o *Meteoritical Society's Service Award* e em 2009 o *Gordon A. McKay Award*.

⁸³ As quatro Expedições Tunguska foram organizadas por Leonid Kulik e pela Academia de Ciências da União Soviética em 1927, 1928, 1929-30 e 1939.

Na primeira metade do século XX, iniciaram-se as discussões e o estudo sobre as primeiras crateras de impacto na Terra especialmente nos EUA, na URSS, na Estônia, na Arábia Saudita e na Austrália. A *Barringer Meteor Crater* no Arizona (EUA) foi a primeira cratera de impacto que foi objeto de estudo pela ciência. Em 1871, foi encontrado o meteorito Canyon Diablo próximo a uma enorme cratera no Arizona. Em 1891, Grove Karl Gilbert publicou um *paper* sugerindo que a cratera havia se formado após uma explosão vulcânica. Acreditando ser uma cratera de impacto meteorítico, o milionário Daniel M. Barringer⁸⁴ comprou a propriedade onde se localizava a estrutura e iniciou uma série de estudos em busca de metais nobres e raros. Barringer não encontrou os metais que procurava na cratera e acabou indo à falência. Por outro lado, os estudos realizados na estrutura de impacto foram fundamentais para a ciência e o conhecimento dos astroblemas, o nascimento do *Impact Crater Studies*⁸⁵. Assim, nesse período houve uma segunda convergência de saberes na ciência meteorítica, a correlação entre meteoros, seu impacto e a formação de crateras. Também é importante mencionar o papel pioneiro de Ralph B. Baldwin⁸⁶ ao defender que as crateras lunares eram de origem de impacto e não de origem vulcânica como se acreditava.

No século XX surgem os primeiros caçadores de meteoritos, como Henry A. Ward e Harvey H. Nininger. Nininger⁸⁷ pode ser denominado de “Pai da Moderna

⁸⁴ DANIEL MOREAU BARRINGER (25/05/1860 – 30/11/1929): geólogo estadunidense nascido em Raleigh, Carolina do Norte em 1860 e falecido na Filadélfia, Pensilvânia em 1929. Convencido de que a *Meteor Crater* no Arizona possuía minérios, comprou a propriedade e fundou o *Standard Iron Company*, com objetivo de explorá-la economicamente. Suas pesquisas com Benjamin C. Tilghman não encontraram o suposto meteorito, mas conseguiram provar que a *Meteor Crater* se formou a partir de um impacto meteorítico, sendo a primeira cratera de impacto de origem comprovada da Terra. Em 1984 a família Barringer e a *The Meteoritical Society* criaram o prêmio *Barringer Medal*, reconhecimento dado anualmente aos estudiosos sobre a ciência do impacto e a identificação de astroblemas.

⁸⁵ Geralmente em crateras de impacto não é possível recuperar meteoritos, apenas rochas, minerais e mineraloides formados no impacto, os impactitos.

⁸⁶ RALPH BELKNAP BALDWIN (06/06/1912 – 23/10/2010): foi um astrônomo estadunidense nascido em Grand Rapids, Michigan em 1912 e falecido nessa mesma cidade em 2010. É considerado o fundador da *Lunar Science* e o primeiro a comprovar cientificamente a origem de impacto das crateras da Lua. Suas principais obras são *The Face of the Moon* (1949) e *The Measure of the Moon* (1963).

⁸⁷ HARVEY HARLOW NININGER (17/01/1887 – 01/03/1986): foi um caçador de meteoritos, pesquisador e educador norte-americano nascido em Conway Springs, Kansas em 1887 e falecido em Westminster, Colorado em 1986. É considerado o maior caçador de meteoritos de todos os tempos e o “Pai da Moderna Meteorítica”. Foi um dos fundadores da *The Meteoritical Society* em 1933 e do primeiro museu dedicado exclusivamente aos meteoritos, o *American Meteorite Museum* em 1942, localizado na Rota 66 e ao lado da *Barringer Meteor Crater*. Em 1965, Nininger e a esposa Addie D. Nininger doaram o fundo *Nininger Science of Meteoritics Fund* ao *Buseck Center for Meteorites Studies* para premiação anual dos artigos científicos originais e de grande impacto em Meteorítica escrito por jovens cientistas, o *Nininger Meteorite Award*. Escreveu várias obras sobre meteoritos, como *Arizona’s Meteorite Crater* (1956) e *Find a Falling Star* (1972).

Meteorítica”, já que foi um profícuo descobridor de meteoritos e o primeiro a utilizar técnicas e tecnologias para tal fim, como os detectores de metais e os magnetômetros. De acordo com Norton (1998), a trajetória pessoal da vida de Harvey H. Nininger foi moldada em 9 de novembro de 1923 quando testemunhou a queda de um meteoro (NORTON, 1998: 267). A busca por esse meteorito o levou a encontrar centenas de meteoritos no mundo. A sua coleção de meteoritos era exposta no *American Meteorite Museum*, o primeiro museu do mundo dedicado unicamente aos meteoritos, localizado próximo à *Meteor Crater* na Rota 66 em Sedona, Arizona. Devido aos desentendimentos entre as famílias Nininger e Barringer e por falta de verbas o museu fechou as portas e os meteoritos da coleção de Harvey H. Nininger foram vendidos para o Museu Britânico e para o futuro *Center for Meteorites Studies* em 1961.

Ainda no século XIX, Adolphe Boisse havia levantado a hipótese de que meteoritos podiam estar relacionados com os materiais que compõem o manto e o núcleo da Terra. Os estudos geoquímicos realizados por Victor M. Goldschmidt na década de 1940 permitiram o estabelecimento de um novo modelo geofísico e geoquímico dos corpos celestes e a sua relação com os meteoritos e a sua origem no interior dos seus corpos parentais. Graças aos seus estudos, atualmente sabe-se que os sideritos são partes do núcleo de corpos celestes, os siderólitos são partes do manto e que os meteoritos rochosos são partes da superfície de corpos celestes arrancados de impactos, lançados ao espaço e caídos na Terra (BURKE, 1986:257-259).

No final dos anos 1940 e início dos anos 1950, a aplicação da radioatividade na geocronologia permitiram a datação exata da idade da Terra a partir dos meteoritos, realizada por Clair C. Patterson em 1956 que estimou a idade da Terra, pela determinação isotópica do decaimento radioativo do chumbo, em cerca de $4,55 \pm 0,07$ bilhões de anos. Gomes e Keil (1980) fazem uma retrospectiva histórica sobre a ciência meteorítica na aurora da Era Espacial:

Os meteoritos são objetos cientificamente únicos e, portanto, têm sido intensamente estudados por cientistas de diversas disciplinas, incluindo mineralogia, petrologia, geoquímica, metalurgia, química inorgânica e orgânica, química nuclear e física nuclear, astronomia e até biologia e paleontologia. Durante o período clássico da meteorítica (1794 a ~ 1900), a ênfase principal estava na descrição dos meteoritos, na sua caracterização mineralógica, petrográfica e química em massa, e na interpretação de suas texturas. Entre as duas Guerras Mundiais, o interesse em meteoritos diminuiu um pouco e foi em grande parte restrito ao registro rotineiro e à descrição de novas quedas e descobertas, e apenas alguns obstinados em todo o mundo

continuaram seu estudo científico (por exemplo, Merrill, Farrington, Nininger no EUA, Heide na Alemanha). Depois de ~1950, um novo e excitante período de meteorítica começou, em grande parte estimulado pelo progresso teórico e experimental na química e na física e pelo reconhecimento de que os meteoritos contêm o registro da história inicial do nosso sistema solar, bem como devido à disponibilidade de novas, ferramentas analíticas sofisticadas (GOMES E KEIL, 1980: 8-9).⁸⁸

O quinto período corresponde ao impacto da Era Atômica, da Era Espacial e do *Big Science Business* na Meteorítica entre 1957 e 2006. Escolhemos como marco inicial desse período o lançamento do satélite artificial Sputnik, pois a meteorítica experimentará um grande salto graças à Corrida Espacial (1957-1975) e o seu respectivo impacto no desenvolvimento científico e tecnológico, em especial na astronáutica e na ciência planetária, devido ao envio de missões ao espaço para recuperação de amostras de rochas de outros corpos celestes, como a Lua, os cometas e os asteroides.

Os esforços combinados de divulgação científica e educacional colaboram para que a Meteorítica se torne pública e leiga, aproximando amadores e profissionais do conhecimento científico. O barateamento de produtos tecnológicos, e sua comercialização tornam os meteoros fáceis de serem registrados em audiovisual no quintal de casa. Em 7 de abril de 1959 ocorreu a queda do meteorito Příbram na Tchecoslováquia que foi registrado por câmeras fotográficas, e estudada por Zdenek Ceplecha no qual foi possível rastrear o meteoroide à sua órbita no espaço. O surgimento de redes de monitoramento de meteoros a partir de câmeras de monitoramento alto céu ou câmeras todo-o-céu (CTC) vão permitir a recuperação de alguns meteoritos como o Lost City (EUA) em 1970, o Innisfree (Canadá) em 1977, o Morávka (República Checa) em 2000 e o Park Forest (EUA) em 2003.

Na Década de 1960, ocorre uma revolução científica na geologia graças à compreensão do funcionamento do mecanismo da tectônica de placas defendida

⁸⁸ Meteorites are scientifically unique objects and have therefore been intensely studied by scientists from many different disciplines, including mineralogy, petrology, geochemistry, metallurgy, inorganic and organic chemistry, nuclear chemistry and nuclear physics, astronomy, and even biology and paleontology. During the classical period of meteoritics (1794 to ~ 1900), main emphasis was on the description of meteorites, their mineralogical, petrographic, and bulk chemical characterization, and the interpretation of their textures. Between the two World Wars, interest in meteorites diminished somewhat and was largely restricted to routine recording and description of new falls and finds, and only a few die-hards the world over continued their scientific study (e.g., Merrill, Farrington, Nininger in the USA, Heide in Germany). After ~1950, a new and exciting period of meteoritics began, largely stimulated by theoretical and experimental progress in chemistry and physics and the recognition that meteorites contain the record of the early history of our solar system, as well as due to the availability of new, sophisticated analytical tools (...) (GOMES E KEIL, 1980: 8-9).

pelos geólogos Harry Hess e Robert Dietz. Paralelamente, os estudos realizados por Eugene Shoemaker⁸⁹ e Edward Ching-Te Chao no local onde ocorreu a explosão da bomba atômica foi possível identificar a formação de vidros de impacto, corroborando a tese de que os meteoritos, asteroides ou cometas podem colidir com a Terra e formar crateras de impacto e que eventos catastróficos moldaram a história geológica do planeta.

Graças a aerofotogrametria e ao sensoriamento remoto, Robert Dietz e Bevan French foram responsáveis pela identificação de centenas de crateras de impacto meteorítico no mundo. Em 1955, o astrônomo canadense Carlyle S. Beals criou o *Earth Impact Database* que fornece um banco de dados sobre todas as crateras de impacto identificadas na Terra, e o seu número atual é de 190 crateras identificadas, especialmente na América Anglo-Saxônica, Fino-Escandinávia e Austrália.

Em 1964 as Nações Unidas criaram o Grupo de Trabalho sobre Meteoritos para identificar os principais problemas na área, que culminaram na publicação Unesco (1968) que descreve o estado da arte da meteorítica no mundo. A Meteorítica era uma ciência praticada especialmente na América Anglo-Saxônica, Europa, URSS, Japão e Oceania, e perifericamente na América Latina, e sendo praticamente desconhecidas na África e Ásia. Um ano depois, em 1969, uma série de acontecimentos, que pode ser denominado, definitivamente, como o “Ano dos Meteoritos”, marcou a Meteorítica. Clarke Jr. et al. (2006) resumem os grandes acontecimentos do ano 1969 para a ciência:

O ano de 1969 foi verdadeiramente notável na história da meteorítica. O pouso da Apollo 11 na Lua naquele ano marcou um ponto de viragem para todas as ciências planetárias. Pela primeira vez, materiais extraterrestres chegaram não por acaso, mas como resultado da exploração de outro mundo. Não há dúvida de que este evento crucial moldou a Divisão de Meteoritos, mas foi apenas um evento significativo foi a queda de milhares de pedras do meteorito Allende em 8 de fevereiro de 1969, no México. Em 20 de julho daquele ano, os humanos pisaram pela primeira vez na superfície de outro mundo, a nossa Lua. Em 28 de setembro, outra enorme chuva de pedras foi

⁸⁹ EUGENE “GENE” MERLE SHOEMAKER (28/04/1928 – 18/07/1999): geólogo e astrônomo norte-americano nascido em Los Angeles, Califórnia em 1928 e falecido em Alice Springs, Território do Norte, Austrália em 1999. Fundador da Ciência Planetária e Astrogeologia. Em 1960, junto com Edward Chao provaram a origem das crateras de impacto baseados no metamorfismo de choque e formação de novos elementos submetidos a altas pressões. Comparando as amostras de material formado nos locais das explosões das bombas atômicas no *Nevada Test Site*, com o mineral coesita encontrado na *Meteor Crater*, pode defender a origem de impacto da cratera. Também criou o primeiro mapa geológico da Lua. Em 1994 junto com a esposa Carolyn S. Shoemaker e David H. Levy descobriram o cometa Shoemaker-Levy, que se chocou com Júpiter. É o único ser humano que teve seus restos mortais depositados em outro corpo celeste fora a Terra, no caso a Lua.

sentida em Murchison, Victoria, Austrália. Juntos, Allende e Murchison redefiniram a nossa visão do início do sistema solar. As mudanças resultantes da sua queda continuam a ser sentidas nos meteoritos no século XXI. Talvez o evento mais significativo do ano e aquele com maior impacto a longo prazo tenha sido o menos reconhecido na altura. Em 21 de dezembro de 1969, um grupo de glaciologistas japoneses descobriu nove meteoritos na Antártica (CLARKE JR et al., 2006: 255).⁹⁰

As duas quedas espetaculares de meteoritos carbonáceos, o Murchison e o Allende, marcaram para sempre a ciência. O Allende ficou conhecido como “a Pedra da Roseta da vida” e sozinha foi responsável por mais de mil artigos científicos. As Missões Luna e Apollo trouxeram cerca de 382 kg de amostras de rochas lunares. Entre as amostras, destacam-se os Meteoritos Bench Crater coletados pela Apollo 12 em 1969 e a Hadley Rille coletados pela Apollo 15 em 1971.⁹¹ A descoberta de inúmeros meteoritos na Antártida pelos glaciologistas Masaru Yoshida e Masao Gorai, levaram a comunidade científica à euforia, que de acordo com Gregory (2020), “entusiasmado com a perspectiva de uma bonança de meteorito, em 1974 um grupo dedicado foi enviado do Japão para o manto de gelo da Antártida Oriental para caçar mais” (GREGORY, 2020: 40)⁹².

Iniciou-se de acordo com Gregory (2020) uma “Corrida do Ouro do Meteorito” que gerou uma “meteorite bonanza” (GREGORY, 2020: 40-41)⁹³, com a multiplicação de programas de recuperação de meteoritos na Antártida e posteriormente nos desertos, como o NIPR, ANSMET, EUROMET, WAMET, CHINARE e KOREAMET.⁹⁴ O *Meteorite Gold Rush* produziu resultados surpreendentes, já que inúmeros

⁹⁰ The year 1969 was truly a remarkable one in the history of meteoritics. The landing of Apollo 11 on the Moon that year marked a turning point for all of planetary sciences. For the first time, extraterrestrial materials arrived not by random chance, but as the result of exploration of another world. There is no question that this pivotal event shaped the Division of Meteorites, but it was only one of significant event was the fall of thousands of stones from the Allende meteorite on 8 February 1969, in Mexico. On 20 July of that year, humans first stepped onto the surface of another world, our Moon. On 28 September another huge shower of stones fell at Murchison, Victoria, Australia. Together, Allende and Murchison came to redefine our view of the early solar system. The changes resulting from their fall continue to be felt in meteoritics into the 21st century. Perhaps the most significant event of the year and the one with the greatest long-term impact was the least recognized at the time. On 21 December 1969, a group of Japanese glaciologists discovered nine meteorites in Antarctica (CLARKE JR et al., 2006: 255).

⁹¹ Os meteoritos Bench Crater e Hadley Rille foram os primeiros meteoritos encontrados fora da Terra, e ainda são os dois únicos meteoritos encontrados na Lua.

⁹² “Excited at the prospect of a meteorite bonanza, in 1974 a dedicated party was sent from Japan back to the East Antarctic Ice Sheet to hunt for more” (GREGORY, 2020: 40).

⁹³ “A meteorite Gold Rush ensued” (GREGORY, 2020: 41).

⁹⁴ Existem inúmeros programas nacionais ou multinacionais de recuperação de meteoritos na Antártida ou nos desertos: o japonês *National Institute of Polar Research* (NIPR), o norte-americano *The Antarctic Search for Meteorites* (ANSMET), o europeu *European Collection of Antarctic Meteorites* (EUROMET), o australiano *Western Australia Meteorites* (WAMET), o chinês *China Antarctic Research Expedition* (CHINARE) e o coreano *Korea Curation of Antarctic Meteorite* (KOREAMET).

meteoritos importantes para a ciência foram encontrados nos desertos frios e quentes do planeta na década de 1980, como o Allan Hills 81005 (AH81005) em 1981 e o Allan Hills 84001 (AH84001) em 1984. O AH81005 foi o primeiro meteorito de origem lunar descoberto na Terra. Em 1996 em um anúncio oficial bombástico realizado pelo presidente norte-americano Bill Clinton foram comunicados os resultados da pesquisa de Thomas Ahrens e John O'Keefe que sugeriram que encontraram evidências de vida microscópica fossilizada no meteorito marciano ALH84001 descoberto na Antártida em 1984. Atualmente essa hipótese está desacreditada pela maioria dos cientistas. Em 1980, caiu o raríssimo meteorito Kaidun no Iêmen, que se acredita ser um pedaço da lua marciana Fobos.

O início do trabalho de campo para caçar ou recuperar meteoritos tem sido uma atividade que tem reunido amadores e profissionais em todo mundo. Uma nova geração de caçadores de meteoritos surgiu desde então, como Robert Haag (o “*Meteorite Man*”), Geoffrey Notkin, Steve Arnold, José Vicente Casado, Michael Farmer, Michael I. Casper, Oscar E. Monnig, Robert Ward, etc. De acordo com Marvin (1993), a rixa entre Harvey H. Nininger e Lincoln LaPaz na *The Meteoritical Society* pode ser a explicação possível pela preferência de cientistas em utilizarem o termo “recuperação de meteoritos”, em oposição ao “caçador de meteoritos” utilizados pelos amadores. Da mesma forma que os cientistas se organizaram nas décadas de 1910-30 em torno de instituições científicas, os caçadores de meteoritos criaram instituições no início do século XXI que reúnem caçadores de meteoritos, cientistas, colecionadores, *dealers* e aficionados, como o *International Meteorite Collectors Association* (IMCA)⁹⁵ e o *Global Meteorite Association* (GMA)⁹⁶. Entre os principais objetivos dessas instituições está na manutenção do compromisso ético na

⁹⁵ A *International Meteorite Collectors Association* (IMCA) é uma associação de coletores, *dealers* e colecionadores de meteoritos fundada aparentemente em 2005 e que atualmente reúne membros de 45 países do mundo. Entre as ações desenvolvidas pela associação está a emissão de certificados de autenticidade de meteoritos, a publicação das revistas *IMCA Insights* e *Meteorite Times*, e o site *Encyclopedia of Meteorites*.

⁹⁶ A *Global Meteorite Association* (GMA) foi criada por Mendy Ouzillou em 2020 com cinco objetivos básicos: 1) Promover o prazer de coletar meteoritos como *hobby*; 2) Tornar-se um recurso educacional confiável; 3) Facilitar a compra, venda e comercialização de meteoritos autênticos e devidamente documentados e materiais relacionados a meteoritos; 4) Incentivar a participação de “cientistas cidadãos” na investigação de meteoritos e ciências relacionadas; 5) Estabelecer uma cultura de conselho dedicada à governança eficaz e que opere e se adapte para o benefício exclusivo de seus membros e da comunidade de meteoritos em geral. Entre ações desenvolvidas no projeto está o Catálogo de Meteoritos (CoMets).

comercialização de meteoritos, bem como na emissão de certificados de autenticidade.

As melhorias na instrumentação também foram responsáveis pelo avanço no conhecimento sobre os meteoritos no mundo. Segundo Nobre et al. (2021), entre os instrumentos surgidos no período, é importante destacar o microscópio eletrônico de varredura (MEV), a microssonda eletrônica, a Instrumentação de Análise por Ativação de Nêutron (INAA)⁹⁷, o espectrômetro de massa, “a microssonda iônica, a espectroscopia Raman, a espectrometria de massa com plasma acoplado indutivamente com ablação a laser (LA-ICP-MS), ou as técnicas que utilizam fonte de luz sincrotron” (NOBRE et al., 2021: 7).

Na década de 1970, iniciam-se os estudos sobre espectroscopia de asteroides, que aliado ao envio de sondas espaciais aos corpos celestes torna-se possível uma terceira convergência de saberes na meteorítica, entre meteoritos e os seus corpos parentais⁹⁸, os asteroides, a Lua e o planeta Marte. A sonda Viking foi enviada a Marte em 1976 e enviou dados da composição atmosférica do planeta. O estudo identificou que a assinatura isotópica da atmosfera marciana era idêntica a dos meteoritos SNC⁹⁹ encontrados na Terra.

Os avanços científicos permitiram a descoberta dos primeiros meteoritos fósseis e dos primeiros micrometeoritos. De acordo com Nield (2011), o primeiro meteorito fóssil, meteorito fossilizado ou meteorito relíquia, o Brunflo, foi descoberto em uma pedreira de calcário na Suécia por Per Thorslund em 1980 (NIELD, 2011: 186). O primeiro micrometeorito foi descoberto em 1876 em sedimentos marinhos encontrados pela expedição *Challenger*. Na década de 1970, Donald E. Brownlee identificou a origem extraterrestre de uma partícula encontrada na estratosfera terrestre que acabou recebendo o seu nome, a Partícula de Brownlee. Em 2015 o caçador de poeira estelar Jon Larsen desenvolveu o primeiro método de recuperação de micrometeoritos (LARSEN, 2019: 8). Junto com Jan Braly Kihle criaram o *Project Stardust* que além de caçar micrometeoritos, também fotografaram a poeira cósmica com o auxílio de câmera fotográfica e de microscópio óptico.

⁹⁷ No original em inglês *Instrumental Neutron Activaton Analysis* (INAA).

⁹⁸ Entre os possíveis corpos parentais dos meteoritos estão a Lua, o planeta Marte, o planeta-anão 1 Ceres e os asteroides 4 Vesta, 221 Eos, 44 Nysa, 433 Eros, 289 Nenetta, 16 Psique, 3103 Eger, etc.

⁹⁹ Os Meteoritos SNC (shergottitos, nakhilitos e chassignitos) atualmente possuem a sua origem marciana reconhecida pela ciência. A sigla SNC não engloba toda a diversidade de meteoritos marcianos encontrados na Terra.

Em 1980, Luís Alvarez e Walter Alvarez identificaram em rochas datadas do final do Período Cretáceo na cidade de Gubbio na Itália uma quantidade anormal de irídio. Junto aos químicos Frank Asaro e Helen Vaughn Michel levantaram a hipótese da ocorrência de um evento de extinção em massa, que posteriormente ficou conhecido como Evento K-T, causada pelo impacto de um meteorito, asteroide ou cometa com a Terra há 65 Ma, que levou a extinção dos dinossauros. A Hipótese Alvarez-Alvarez foi alvo de inúmeras críticas na comunidade científica na época, mas atualmente parece ser um consenso de sua ocorrência, especialmente após a descoberta da Cratera de Chucxulub no Golfo do México e na Península de Yucatã pela PEMEX em 1990.¹⁰⁰

Já em 1983, R. P. Turco, O. B. Toon, T. P. Ackerman, J. B. Pollack e Carl Sagan, que ficaram conhecidos pelo acrônimo TTPSA, publicaram um artigo sobre os possíveis efeitos catastróficos da explosão de bombas nucleares no planeta e a possibilidade de geração de um inverno nuclear.

Os Anos 1990 foram marcados pelo clima associado ao “Fim do Milênio” que foram responsáveis pelo renascimento de inúmeras ideias catastrofistas, o neocatastrofismo, baseado em uma série de recentes descobertas realizadas na ciência, como a Hipótese Alvarez-Alvarez, a identificação da cratera de Chucxulub, a teoria do inverno nuclear do TTPSA e o choque do Cometa Shoemaker-Levi 9 com o planeta Júpiter em 1994. Em 1992 o Congresso dos EUA publicou o *Spaceguard Survey Report* com objetivo de que a NASA identificasse os Objetos Próximos à Terra (NEOs) que eventualmente pudessem colidir com a Terra, originando o *Spaceguard*, embrião do futuro Sistema Global de Defesa Planetária, que se consolidou em 2016 com a criação do *Planetary Defense Coordination Office* (PDCO).

O sexto período do desenvolvimento da ciência meteorítica corresponde ao atual, iniciado a partir de 2006 e marcado pelo *New Space Race*. A nova corrida espacial, também denominada a corrida espacial dos bilionários ou dos asiáticos, têm ressuscitado um dos grandes mitos relacionados aos meteoritos, e agora, claro, aos

¹⁰⁰ No entanto, desde então inúmeras teorias neocatastrofistas têm surgido, como a Hipótese Nêmesis e a Hipótese do Bólido de Tollmann. A Hipótese Nêmesis foi desenvolvida por Richard A. Muller, que se baseou nos estudos de David M. Raup e Jack Sepkoski sobre eventos cíclicos de extinção em massa na vida da Terra para postular a hipótese de que o Sol possui uma irmã anã marrom, a “Estrela da Morte”, responsável pelos eventos de extinção em massa na vida da Terra. Por sua vez, a Hipótese do Bólido de Tollmann, de Alexander Tollmann e Edith Kristan-Tollmann, sobre o hipotético evento cataclísmico ocorrido no limite do Pleistoceno-Neoceno e que explicariam a Sexta Extinção e a crença universal do dilúvio nas culturas humanas.

seus corpos parentais relacionados, que é a riqueza associada aos meteoritos, meteoroides e asteroides, como ouro e minerais raros¹⁰¹.

Definimos como marco inicial desse período a publicação coletiva por McCall et al. (2006) da obra *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections, Fireballs, Falls and Finds*. A primeira e única obra escrita sobre a história dos meteoritos e da Meteorítica, até então, era a obra *Cosmic Debris: Meteorites in History* publicada em 1986 pelo historiador norte-americano John Burke¹⁰². A obra *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections, Fireballs, Falls and Finds* trouxe a colaboração dos maiores especialistas mundiais sobre a história, o estado da arte e os principais problemas da ciência meteorítica, como Ursula Marvin¹⁰³, Monica Grady, John Robert De Laeter, etc. A obra discute sobre a história dos meteoritos e da meteorítica, as coleções chave e os principais problemas relacionados, como côndrulos, CAIs (*Calcium-Aluminium-Rich Inclusion*), geocronologia, corpos parentais, formação do Sistema Solar, impacto, crateras, tectitos, etc.

Ao contrário dos meteoritos, o estudo dos meteoros foi negligenciado pela ciência por séculos. Graças ao avanço, ao acesso e ao barateamento de tecnologias, atualmente têm sido possíveis a expansão de redes de monitoramento e do registro de meteoros, bólidos e *fireballs*, como o *Fireball and Bolide Reports* criado pelo *Jet Planetary Laboratory* (JPL) da NASA em 2005. A iniciativa tem se difundido em várias nações pelo mundo.

Uma série de missões espaciais da NASA e da Agência Japonesa de Exploração Aeroespacial (JAXA) foram e estão sendo enviadas para realizar sobrevoos, recolher amostras e colidirem com corpos celestes no espaço. A Missão Dawn sobrevoou Vesta em 2011-2012 e Ceres em 2015. As sondas Stardust (1999-2006), Hayabusa

¹⁰¹ O mito de que meteoritos são fontes de ouro e prata é inseparável desses objetos cósmicos, e tão antigo quanto a nossa própria civilização. A análise do espectro do asteroide 16-Psique identificou que o seu núcleo é formado de ouro, maior que todo ouro existente na Terra.

¹⁰² JOHN G. BURKE (12/08/1917 – 21/02/1989): foi um especialista em metalurgia física e historiador das ciências norte-americano nascido em Boston, Massachusetts em 1917 e falecido em Los Angeles, Califórnia em 1989. Foi herói de guerra e piloto de caça na Segunda Guerra Mundial e formou-se em Metalurgia Física pelo *Massachusetts Institute of Technology* (MIT). Sua principal contribuição no conhecimento foi na História da Ciência e da Tecnologia, escrevendo obras sobre a história da cristalografia, mineralogia, meteorítica. Escreveu a primeira obra historiográfica sobre os meteoritos: *Cosmic Debris: Meteorites in History* (1986).

¹⁰³ URSULA BAILEY MARVIN (20/08/1921 – 12/02/2018): foi uma geóloga planetária, mineralogista e historiadora da ciência norte-americana nascida em Bradford, Vermont em 1921 e falecida em Concord, Massachusetts em 2018. Em seu segundo casamento com Thomas Crockett Marvin esteve no Brasil e em Angola acompanhando o marido no estudo de minérios. Em Meteorítica escreveu centenas de artigos sobre a história da ciência, e era uma das maiores especialistas na história da meteorítica no mundo.

(2003-2010), Hayabusa2 (2014-2020) e OSIRIS-REx (2016-2023) recolheram amostras de cometas e asteroides a partir de aerogel. O Stardust trouxe amostras do cometa Wild 2 e do asteroide Annefrank. As sondas japonesas Hayabusa e Hayabusa2 recuperaram, respectivamente, amostras dos asteroides 25143 Itokawa e 162173 Ryugu. A OSIRIS-REx retornou em 24 de setembro de 2023 com amostras do asteroide 101955 Bennu. Nas missões enviadas a Marte, os *rovers* Opportunity, Spirit e Curiosity encontraram os primeiros meteoritos encontrados fora da Terra e da Lua entre 2004 e 2017.¹⁰⁴

De acordo com Núñez et al. (2008), em 15 de setembro de 2007, a queda do meteorito em Carancas no Peru causou a morte de um boi e a hospitalização de 800 pessoas, bem como gerou dúvidas na comunidade científica relacionadas ao modelo de crateramento gerado pelo impacto de meteoros até então conhecidos.

Nos últimos anos, Vincenzo de Micheles e Amelia Sparavigna encontraram as primeiras crateras de impacto a partir de geotecnologias acessíveis ao público, o *Google Earth*. Gary (2010) afirma que Micheles descobriu a cratera de Bayuda no Egito em 2008, e Sparavigna a cratera de Kamil no Sudão em 2010.

Per Jenniskens localizou o primeiro asteroide que teve a sua queda prevista na Terra a partir de cálculos matemáticos. O asteroide 2008TC₃ colidiu com a Terra em 2008 e gerou um meteorito, o Almahata Sitta, que foi recuperado em uma área na fronteira do Egito e do Sudão. Em 2018 o cientista também “previu” matematicamente a queda do asteroide 2018 LA e conseguiu recuperar o meteorito Motopi Pan em Botsuana. O rastreamento da órbita do asteroide 2018 LA e o estudo do meteorito Motopi Pan permitiram que os cientistas identificassem o local exato do qual esse detrito foi lançado ao espaço no seu corpo parental, o astroblema Rubria Crater em Vesta. Esse método é conhecido como Predição de Impacto de Asteroides¹⁰⁵ e atinge tamanha precisão matemática que é possível rastrear a origem do impactador no corpo celeste do Sistema Solar.

Em 15 de fevereiro de 2013 ocorreu a queda do meteorito Chelyabinsk na Rússia e Cazaquistão e que foi testemunhada e registrada em áudio e vídeo por milhares de

¹⁰⁴ Os *rovers* Opportunity, Spirit e Curiosity encontraram, até agora, 15 meteoritos em Marte.

¹⁰⁵ A Predição de Impacto de Asteroides conseguiu detectar oito asteroides antes de cair na Terra: 2008TC₃, 2014 AA, 2018 LA, 2019 MO, 2022 EB₅, 2022WJ₁, 2023CX₁, e 2024 BX₁. Dos oito asteroides, quatro meteoritos foram recuperados, o Almahata Sitta em 2008, o Motopi Pan em 2018, Saint-Pierre-Le-Viger em 2023 e o meteorito recém-caído próximo a Berlim em 2024.

pessoas. O evento de 57 megatons, comparável a explosão da Tsar Bomba¹⁰⁶, causou diversos estragos na cidade de Chelyabinsk e cerca de 1500 feridos com os estilhaços de vidros de janelas. Foi a primeira queda de um bólido de grandes proporções bem documentada em audiovisual na história, em câmeras de vigilância e de *smartphones*.

Uma ressonância do Evento de Chelyabinsk foi a criação do “Dia do Asteroide” que passou a ser “comemorado” anualmente na data de 30 de junho, na efeméride do Evento de Tunguska. A data foi sugerida pelo astrofísico Stephen Hawking em 2014 e foi adotada pela ONU em 2016.

Recentemente, os glaciologistas Harry Zekollari e Veronica Tollenaar fizeram o mapeamento de áreas favoráveis para caçar meteoritos na Antártida. O mapa *Antartic Meteorite Stranding Zones* é extremamente útil para localizar meteoritos no denominado “gelo azul” da Antártica, que de acordo com Smith et al. (2019), é o único local do mundo no qual um processo geológico foi o responsável por reunir inúmeros meteoritos em uma área relativamente pequena.

Uma pesquisa importante foi realizada por Oba et al. (2022) que afirmam terem encontrado nos meteoritos carbonáceos todas as nucleobases que constituem o DNA e o RNA, ou seja, os blocos de construção da vida. Ao que tudo indica, os meteoritos estão na base do segredo da vida na Terra, e possivelmente esses ácidos nucleicos formaram-se a partir dos impactos de meteoros no início da formação do Sistema Solar e da Terra. Nield (2011) problematiza os meteoritos e o seu duplo impacto - criativo e destrutivo - na Árvore da Vida na Terra:

Muitos outros mistérios do inexplicável estavam por aí, em outros campos de estudo, esperando para receber fertilização conceitual do universo mais amplo e finalmente se unirem em uma compreensão mais ampla de nossa Terra e da vida nela como partes do ambiente cósmico maior em que ambos possam existir. A suposição simplista de que as influências cósmicas não podem ser outra coisa senão desastrosas para a vida, tal como parecem ter sido, há 65 milhões de anos, para os dinossauros, estava prestes a ser desafiada. Os meteoritos não precisam – não podem – ter um significado único na história da Terra. Assim como sempre derivaram o significado histórico do contexto em que ocorrem, a Ciência esteve prestes a descobrir que o contexto evolutivo e ambiental em que os meteoritos chegaram poderia

¹⁰⁶ O Tsar Bomba foi a maior explosão de um artefato nuclear detonado na Terra, lançada pela União Soviética em 30 de outubro de 1961 de um avião bombardeiro na ilha de Nova Zembla no Oceano Ártico e liberou a energia aproximada de 50 a 57 megatons.

ser igualmente importante na determinação do significado desses impactos para a vida na Terra (NIELD, 2011: 202).¹⁰⁷

Atualmente, é possível afirmar que existe um verdadeiro “bilhar cósmico” gerado pela interação gravitacional entre meteoroides, asteroides e cometas. Ao que tudo indica, os fluxos meteóricos, asteroidais e cometários parecem estar relacionados entre si, o que ajuda a explicar cientificamente certas coincidências cósmicas, mas também existem lacunas que ainda não é possível explicar cientificamente, como por exemplo, se chuvas de meteoros podem gerar impactos meteoríticos.

No dia 12 de fevereiro de 2023 o professor de geografia e caçador de asteroides húngaro Krisztián Sárneczky encontrou um meteoróide de 1 metro de diâmetro orbitando no espaço próximo de cair na Terra e que foi denominado como SAR 2667 ou 2023 CX₁. Os cálculos realizados por especialistas da IMO previram a queda do meteoróide em 13 de fevereiro de 2023 às 03:00 UTC na região do Canal da Mancha, entre a França e a Inglaterra. De fato, na data e no horário previstos ocorreu a queda do meteoróide, e fotógrafos e *cameramans* estavam posicionados para registrar em audiovisual o espetáculo celeste e o momento histórico. O *fireball* teve o seu campo de dispersão estudado por especialistas e amadores utilizando o software *Strewnify*¹⁰⁸, que demarcou uma área na região francesa da Normandia como o possível local da queda. Após buscas, o meteorito foi recuperado no dia 15 de fevereiro de 2023 pela caçadora de meteoritos amadora Loïs Leblanc, de 18 anos de idade, na cidade normanda de Saint-Pierre-Le-Viger. De acordo com as regras, o meteorito foi batizado como Saint-Pierre-Le-Viger, e foi publicado oficialmente no *Meteoritical Bulletin* nº112.

Entre os dias 13, 14 e 15 de fevereiro de 2023 foram recuperados três meteoritos no Hemisfério Norte. Esses três meteoritos são, respectivamente, o Meteorito Saint-

¹⁰⁷ Many more mysteries of the unexplained were lying around, in other fields of study, waiting to receive conceptual fertilization from the wider universe and at last unite in a wider understanding of our Earth and life upon it as parts of the greater cosmic environment in which both exist. The simplistic assumption that cosmic influences cannot be anything other than disastrous for life, just as they appear to have been, 65 million years ago, for the dinosaurs, was about to be challenged. Meteorites need not – cannot – have just one, single meaning in the history of the Earth. Just as they have always derived historical meaning from the context in which they occur, Science was on the verge of discovering that the evolutionary and environmental context into which meteorites arrive could be just as important in determining the meaning of those impacts for life on Earth (NIELD, 2011: 202).

¹⁰⁸ O *Strewnify* foi criado por Jim Goodall em 2019. O objetivo do programa é auxiliar caçadores de meteoritos na recuperação de meteoritos caídos na Terra.

Pierre-Le-Viger na França; o Meteorito Matera¹⁰⁹, conhecido como “Meteorito de São Valentim”, na Itália; e o Meteorito El Sauz caído no estado do Texas, EUA. As quedas ocorreram coincidentemente 10 anos após a queda do Meteorito Chelyabinsk.

A micro-história desse meteorito resume e ilustra o potencial educativo que o amadorismo e a ciência cidadã possuem na educação. Ao contrário do estudo dos grandes corpos do Sistema Solar, como planetas, satélites e planetas-anões, que envolvem a colaboração de milhares de pessoas de formações acadêmicas distintas e de alto custo, o estudo dos pequenos corpos do Sistema Solar é facilitado pela contribuição de astrônomos amadores em todo o mundo. Bob Buchheim afirma que “A astronomia é uma das poucas ciências onde o amador experiente pode realizar pesquisas originais e contribuir para estudos profissionais” (BUCHHEIM, 2007: E)¹¹⁰. É nesse caso específico que surgem as figuras do caçador de cometas (*comet hunter*), do caçador de meteoros (*meteor hunter*), do caçador de meteoritos (*meteorite hunter*), do caçador de asteroides (*asteroid hunter*), do caçador de poeira estelar (*stardust hunter*), do caçador de crateras (*crater hunter*), etc. Essas iniciativas amadoras possuem enorme potencial educativo e podem ser exploradas na educação básica de forma interdisciplinar, integrando ciência, tecnologia e inovação ao ensino tradicional.

No início do século XXI, a partir da conexão entre os diferentes elos existentes entre várias evidências, a ciência é capaz de descrever a formação do Sistema Solar, em suas diferentes etapas, bem como datar a idade do Sol e dos corpos celestes que o orbitam, e de reconstruir a história natural da vida na Terra. Por fim, trazemos uma retrospectiva sobre a importância da Meteorítica e dos meteoritos para a formação do planeta e para o nosso entendimento do mundo, ao esticar o tempo da *Conventional History*¹¹¹ para o da *Big History*¹¹², concordamos com Gregory (2020) quando este afirma:

¹⁰⁹ O “Meteorito de São Valentim” caiu no dia de São Valentim em 14 de fevereiro de 2023 na cidade de Matera, Basilicata, Itália. Pelas regras do *Nomenclature Committee of Meteoritical Society* o nome oficial do meteorito é Matera, ou seja, nome da localidade mais próxima no qual foi encontrado.

¹¹⁰ “Astronomy is one of the few sciences where the experienced amateur can conduct original research, and contribute to professional studies” (BUCHHEIM, 2007: E).

¹¹¹ A *Conventional History* corresponde à História Convencional ou Tradicional operada em uma única escala temporal e espacial, ou seja, a recortes específicos. Se opõe ao *Big History* ou à “Grande História” que extrapola o recorte espacial-temporal tradicional e amplia a escala de análise da realidade com o objetivo de atingir uma compreensão holística da verdade.

¹¹² De acordo com Christian (2009), a “*Big History* explora o passado em escalas temporais e espaciais muito grandes. Pega argumentos familiares sobre a importância da *longue durée* e leva-os aos seus limites, examinando o passado como um todo. Fernand Braudel, como a maioria dos historiadores interessados na *longue durée*, argumentou que a história é melhor estudada em múltiplas escalas porque cada escala pode adicionar novas dimensões à nossa compreensão do passado” (CHRISTIAN,

Como sendo da Terra, isso também faz parte da nossa história. Nós, humanos, temos algo em torno de cinco mil anos de história escrita, que foi precedida por dezenas de milhares de anos de história pictográfica, que foi precedida por bilhões de anos de história evolutiva e geológica. Existe uma cadeia ininterrupta de eventos que liga cada um dos nossos “aquis” e cada um dos nossos “agoras” à montagem cósmica do nosso “então” do Sistema Solar, há cerca de 4,6 mil milhões de anos. Todos partilhamos uma herança comum.

Pequenos bolsões desta nuvem interestelar – através da evolução estelar, física, química, depois geológica e depois biológica – acabaram por olhar para o cosmos e contemplar a sua própria história: nós. Nós, pequenos pedaços de uma nebulosa que ganhamos vida, mergulhamos no abismo do tempo profundo e descobrimos a história natural do nosso Sistema Solar e de nós mesmos. Descobrimos uma história escrita ao longo de anos-luz no cano de um microscópio e ficamos cara a cara com a mais grandiosa das escalas de tempo.

A história ainda está se desenvolvendo. Lajes de pedra em branco abrem caminho para um futuro desconhecido. Novas histórias serão gravadas em novas rochas e novas histórias serão escritas (GREGORY, 2020: 269-270).¹¹³

Graças aos estudos dos meteoritos foi possível intercambiar as escalas da *Big History* e da *Conventional History* para a compreensão da origem do Sistema Solar. Uma explosão de supernova, há aproximadamente 4571 milhões de anos atrás, gerou um colapso gravitacional que foi responsável pela formação do Sistema Solar e dos seus componentes: o Sol, os planetas, os satélites e os detritos espaciais. Essa ativa nebulosa formadora de estrelas, já possuía os ácidos nucleicos, a água e os elementos químicos que foram posteriormente os responsáveis pela origem dos oceanos e da vida na Terra. Em menos de 100 milhões de anos, o Sistema Solar estava formado, há cerca de 4,55 bilhões de anos atrás (LAETER, 2006: 371). Um Intenso Bombardeio Tardio (IBT) ocorreu por volta de 3,8 bilhões de anos que formou

2009: 91). O texto em original em inglês corresponde ao seguinte: “Big History” explores the past at very large temporal and spatial scales. It takes familiar arguments for the importance of the longue durée and pushes them to their limits by surveying the past as a whole. Fernand Braudel, like most historians interested in the longue durée, argued that history is best studied at multiple scales because each scale can add new dimensions to our understanding of the past (CHRISTIAN, 2009: 91).

¹¹³ As being of the Earth, this is part of our own story, too. We humans have something like five thousand years of written history, which was preceded by tens of thousands of years of pictographic history, which was preceded by billions of years of evolutionary and geological history. There is an unbroken chain of events that ties each of our “here’s and each o four ‘now’s to the cosmic assembly o four Solar System ‘then’, some 4,6 bilion years ago. We all share a common heritage.

Small pockets of this interestelar cloud – through stellar, physical, chemical, then geological, and then biological, evolution – eventually came to gaze outwards into the cosmos and contemplate its own story: us. We, small pieces of a nebula come to life, have plumbed the abyss of deep time and discovered the natural history of our Solar System and of ourselves. We have discovered a story written across light years down the barrel of a microscope, and come face to face with the grandest of timescales.

The story is still unfolding. Blank slabs of stone pavê the way into a future unknown. New stories will be etched into new rocks, and new histories will be written (GREGORY, 2020: 269-270).

a maioria das crateras da Lua vistas ainda hoje da Terra. Nos últimos bilhões de anos, meteoritos podem ter contribuído para a formação das placas tectônicas, dos continentes e na metalogênese de inúmeros recursos minerais. Desde então, o fluxo meteorítico, asteroidal e cometário têm diminuído, mas ainda assim, foi capaz de ficar impregnado em fósseis de animais no Ordoviciano e de causar a extinção em massa do Cretáceo-Terciário, no Evento KT, na vida da Terra. Desde os últimos 65 milhões de anos, a Terra adquiriu a sua forma mais ou menos próxima da atual. Apenas nos últimos 200 mil anos, a nossa espécie surgiu. Graças ao Grande Salto Evolutivo, somos ao que tudo indica, a única espécie racional capaz de refletir sobre as nossas origens. E foi na Grécia há cerca de menos de três milênios que a apreciação do céu noturno gerou esse espanto, que foi o gatilho para que buscássemos respostas sobre as nossas origens. Ao nos maravilharmos com a visão de uma belíssima estrela cadente, ninguém imaginaria, que o nosso instinto de caçador nos levaria ao ápice do conhecimento, ao conseguir explicar a origem do ferro em nosso sangue, do cálcio nos nossos ossos ou do carbono em nosso DNA.

1.3 Panorama da história dos meteoritos e do desenvolvimento da meteorítica no Brasil

Nesse tópico nos propomos a discutir a contribuição brasileira no desenvolvimento da ciência meteorítica. Essa contribuição refere-se à identificação dos meteoritos oficiais reconhecidos pela ciência, bem como os *meteorwrongs*¹¹⁴, meteoritos duvidosos, que a princípio não devem ter suas existências descartadas como tal. Também enumeramos os eventos meteoríticos ocorridos em território brasileiro, que precisam ser mais bem investigados. Além disso, também descrevemos a identificação e os estudos sobre as crateras de impacto. Por fim, destacamos a contribuição científica do país na área, identificando os principais pioneiros, protagonistas e instituições na temática, os estudos realizados no país e no exterior e procuramos encontrar os sinais de uma possível formação de uma comunidade científica meteorítica no país atual.¹¹⁵ Ao longo de nossa argumentação

¹¹⁴ *Meteorwrong* ou “Mentiorito” são meteoritos duvidosos desacreditados pela ciência.

¹¹⁵ Pela falta de espaço para tal empreita nesse trabalho, omitimos a contribuição dos brasileiros e das brasileiras “anônimos” que foram testemunhas de fenômenos meteoríticos e mesmo os descobridores de meteoritos, que por sua livre iniciativa, foram os responsáveis pela recuperação de achados de meteoritos e mesmo pela identificação *in situ* de tais objetos, que são de suma importância para a ciência nacional e global. Também é difícil mencionar aqui a contribuição dos amadores nessa ciência.

reconhecemos a necessidade de um estudo aprofundado e detalhado sobre a ciência meteorítica brasileira. Nosso objetivo é uma descrição panorâmica da meteorítica no Brasil no qual nos propomos a introduzir o tema na historiografia, afim de descrever os principais problemas da área e talvez propor alguns caminhos a serem seguidos pelos(as) historiadores(as) que desejem se aventurarem na área.

Os achados meteoríticos no país possuem certa descontinuidade, e são fatos aleatórios, que podem até seguir certos padrões de observação de quedas e de achados, mas que essas micro-histórias, na maioria das vezes, apenas se conectam no palco científico na construção de uma história global.

Inicialmente, é preciso reconhecer o papel secundário que a Meteorítica brasileira possui na ciência ocidental. O atraso e a defasagem no desenvolvimento científico no país fazem se sentir com pouca ou nenhuma contribuição científica revolucionária, disruptiva ou impactante relevante na ciência meteorítica como um todo. Mesmo com alguns avanços na instrumentação, nos métodos de análise laboratoriais e nas tecnologias astronáuticas, o país ainda se mantém apenas como um coadjuvante, infelizmente, no desenvolvimento dessa ciência no mundo.

Para não incorrermos num texto de difícil leitura, as fontes utilizadas nesse tópico foram baseadas principalmente no *Meteoritical Bulletin*¹¹⁶ e nas obras de Scorzelli et al. (2010)¹¹⁷ e Zucolloto (2014). No caso, essas são as únicas fontes científicas que tratam das micro-histórias dos meteoritos brasileiros, mas em alguns casos específicos procuramos dialogar com outros trabalhos, como o de Buchwald (1975), Gomes e Keil (1980) e Oliveira (2020). As fontes relacionadas ao *Meteoritical Bulletin* podem ser consultadas livremente na *internet* no *Meteoritical Bulletin Database*. Vale lembrar, que muitos desses dados primários de identificação podem estar

¹¹⁶ O *Meteoritical Bulletin* é um suplemento sobre os meteoritos oficiais encontrados no mundo publicado na revista *Meteoritics and Planetary Science* pela *University of Arizona* (EUA), e disponibilizada na *internet* no site *Meteoritical Bulletin Dabatase*. Os dados referentes ao *Meteoritical Bulletin* sobre meteoritos brasileiros são as edições número 6, 8, 52, 58, 59, 62, 66, 68, 73, 77, 78, 82, 83, 84, 86, 90, 91, 93, 96, 99, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110 e 111. Os dados do *Meteoritical Bulletin* sobre meteoritos brasileiros podem estar desatualizados, porque geralmente referem-se apenas às pesquisas iniciais de identificação de meteoritos e sua catalogação no banco de dados. O *Meteoritical Bulletin* começou a ser editado em 1957 e a sua última edição é a número 112.

¹¹⁷ Na principal obra de referência sobre os meteoritos brasileiros, organizada por Scorzelli et al. (2010), encontram-se algumas inconsistências, como alguns dados desatualizados sobre os meteoritos brasileiros, que talvez seja em decorrência de um erro de digitação, formatação ou impressão. No caso as tabelas das páginas 34-35 e as fichas dos meteoritos no apêndice não batem. Vide Uruaçu e Santa Luzia.

desatualizados ou conter imprecisões, que demandariam um estudo mais aprofundado do tema.

Inexistem estudos arqueológicos, antropológicos, etnográficos e históricos sobre a meteorítica no país, antes de 1784, ano em que foi descoberto o meteorito Bendegó no sertão baiano. Admite-se a possibilidade que muitos meteoritos brasileiros possam ter caído no país na pré-história ou no período colonial. De fato, essa lacuna permanece em aberto, mas admitimos possibilidades de que futuros estudos aprofundados das obras dos jesuítas no período colonial, como Valentim Estancil e Padre Antônio Vieira, que descreveram um pouco da astronomia brasileira no período, possam trazer novas informações. Os estudos de sítios arqueológicos, especialmente das pinturas rupestres, também poderiam indicar algumas pistas relacionadas à eventos meteoríticos ocorridos na pré-história do país. Da mesma forma, inexistem meteoritos brasileiros que foram remetidos para Lisboa no período colonial, e de acordo com Carvalho (2010), salvo a tentativa infrutífera de remoção do Bendegó em 1784-86 para estudos sobre a possibilidade de encontro de metais preciosos na rocha (CARVALHO, 2010: 56).

O primeiro meteorito oficialmente encontrado no Brasil foi o Bendegó, encontrado na Bahia no ano de 1784. Existem algumas evidências anteriores relacionadas à existência da pedra, como sugere Sena (2003), que afirma que a pedra foi encontrada possivelmente em 1632¹¹⁸ (SENA, 2003: 39). Esse meteorito foi descoberto em um período pré-Meteorítica, e possui massa de 5,36 t, o que o tornava o maior do país e o segundo maior do mundo na época, atrás apenas do meteorito Morito. De acordo com Mourão (1967), Bendegó significa na língua dos índios quiriri “vindo do céu” (MOURÃO, 1967: 94) e, de acordo com Carvalho (2010), o folclorista Afrânio Peixoto afirma que os índios denominavam a pedra de Cuitá que significa “pedaço de ferro caído do céu” (CARVALHO, 2010: 113). Segundo Carvalho (2010), as autoridades locais notificaram o governo português, que deu a ordem para a sua remoção para a Corte, porém as três expedições terminaram em fracasso, com a rocha permanecendo no leito do riacho Bendegó (CARVALHO, 2010: 56-57). Após as infrutíferas tentativas de remoção do meteorito, a existência da rocha permaneceu em esquecimento por cerca de mais de um século. O Bendegó tornou-se conhecido nos

¹¹⁸ Sena (2003) utiliza um ponto de interrogação para definir a data de 1632 sugerindo que podem haver lacunas na história do Bendegó, anteriores à sua descoberta oficial em 1784.

círculos acadêmicos europeus e norte-americanos, e foi estudado *in situ* por Aristides Franklin Mornay em 1811, William Hyde Wollaston em 1816 e por Johann Baptist von Spix e Carl Friedrich Martius em 1820. Mornay foi o primeiro a reconhecer a natureza meteorítica do Bendegó.

Nas décadas iniciais do século XIX não foram relatados quaisquer fenômenos meteoríticos no país, época que foi marcada por grandes aparições de cometas e chuvas de meteoros excepcionais. Foi somente nas décadas de 1830 e 1840 que três quedas de meteoritos foram testemunhadas no país, em 1833 em Curvello (MG), em 1836 em Macau (RN) e em 1846 em Ponta Grossa (PR). Em 1833, ocorreu uma das maiores chuvas de meteoros da história, a dos meteoritos Leônidas, que pode estar relacionado à queda registrada em Curvello. De qualquer forma, pouco se conhece sobre relatos da visibilidade e observação desse fenômeno no Brasil. Mesmo assim, atualmente Curvello e Ponta Grossa encontram-se desacreditados pela ciência.

Em 1843, foram descobertos os diamantes negros ou carbonados¹¹⁹ na Bahia. Essa mina singular no mundo, que possui essa forma rara de diamante, foi explorada comercialmente por todo o século XIX e início do século XX no sertão baiano. De acordo com Ferreira (2020), existem hipóteses que indicam uma possível metalogênese espacial para essas minas (FERREIRA, 2020: 5). Atualmente, a ciência reconhece a existência de minas de diamantes e microdiamantes associadas a crateras de impacto meteorítico.

Décadas depois, em 1869, ocorreu uma queda em Angra dos Reis, sendo recuperados dois fragmentos por dois escravos no mar e a raridade da rocha a tornou espécime-tipo¹²⁰ de um tipo raro de meteoritos acondritos, os angritos. Um dos fragmentos do meteorito foi doado ao Museu Nacional no Rio de Janeiro (MNRJ) e o outro foi supostamente parar no Vaticano, de acordo com Consolmagno (2006), como presente ofertado ao Papa Leão XIII (CONSOLMAGNO, 2006: 209). De fato, estudos posteriores mostraram que o meteorito Angra dos Reis, presente na coleção do Papa em Roma, na verdade trata-se de um meteorito do tipo siderito, que ficou conhecido

¹¹⁹ Os carbonados ou diamantes negros só existem no Brasil e na República Centro-Africana.

¹²⁰ Angritos são meteoritos acondritos muito raros. O Angra dos Reis caiu em 1869 e foi por mais de um século o único em sua categoria no mundo. Foi só em 1979 que foi encontrado o segundo meteorito angrito, o D'Orbigny, na Argentina. Atualmente existem 43 angritos reconhecidos pela ciência, e fora o angrito brasileiro e argentino, os outros foram recuperados na Antártida e no Deserto do Saara. O Angra dos Reis ainda permanece como a única queda de um angrito registrada pela ciência.

como Pseudo Angra dos Reis, que Buchwald (1975) afirma ser idêntico ao Meteorito Pirapora. O outro fragmento do Angra dos Reis nunca mais foi localizado.

Nos anos seguintes, outras duas quedas foram testemunhadas, a de Santa Bárbara (RS) em 1873 e a de Itapicuru-Mirim (MA) em 1879. De fato, ao longo do século XIX predominam a recuperação de meteoritos a partir de quedas.

No século XIX, também ocorreram inúmeros possíveis eventos, de natureza meteorítica ou sísmica, que ainda não foram completamente elucidados. Em janeiro de 1844 ocorreu um evento em Entre Ríos¹²¹, localizado na Argentina, mas próximo à fronteira do Rio Grande do Sul, que é citado na literatura como ocorrido no Brasil (MITROVIC, 2022: 101). Nascimento (2013) narra o “apocalipse” que fez com que a “terra tremesse” no Forte do Príncipe da Beira, localizado no Mato Grosso¹²² em 18 de setembro de 1852. Um prisioneiro escreveu nas paredes de uma cela a data e o horário do acontecimento, onde ainda existe o registro histórico do evento ocorrido na fortaleza (NASCIMENTO, 2013: 119-120). De acordo com Veloso (2013), em 27 de agosto de 1887 ocorreu um evento cataclísmico, que foi narrado como um terremoto em Paranaguá, no Paraná, e como um bólido em Cananeia, em São Paulo (VELOSO, 2013: 117-118). Esse “cataclismo” ficou conhecido como o Caso Cananeia-Paranaguá, e pode ter sido um evento meteorítico ocorrido no mar.

Em relação aos achados, em 1875 foi descoberto uma suposta mina de ferro e níquel na ilha de São Francisco do Sul em Santa Catarina, que posteriormente mostrou se tratar de um grande meteorito, o maior encontrado no Brasil, que foi vendido e exportado como um tipo de minério de níquel para o Reino Unido. O Santa Catarina¹²³ é o maior meteorito encontrado no país, e é uma prova que essas rochas espaciais tinham um valor utilitário e econômico amplamente conhecidos pelos mineiros e metalúrgicos e que eram exploradas economicamente com fins siderúrgicos. Segundo Ornellas (2019):

¹²¹ Possível Meteorito Rio Mocoretá ou Rio Mocoretá, que teria caído no atual território da Argentina. Mitrovic (2022) descreve o evento: “Uma enorme massa de ferro quente foi sentida com grande ruído e luz em Entre Ríos no Brasil. Às 2h00, uma grande massa de ferro que parecia ter vários metros de diâmetro foi sentida em Mocarita, perto de Corrientes. Estava tão quente que ninguém conseguia se aproximar dele a menos de seis ou nove metros de distância (MITROVIC, 2022: 101).

¹²² Atualmente Estado de Rondônia.

¹²³ O Meteoritical Bulletin cita 7 toneladas, mas de acordo com Mourão (1967), a partir dos dados obtidos no livro *Mesas de Rendas de São Francisco do Sul*, foram exportadas 25 toneladas do suposto minério de níquel para o Reino Unido (MOURÃO, 1967: 705). Parece que essas 7 toneladas se referem aos quatorze blocos citados na pesquisa de Ornellas (2019).

(...) o mineral, que na verdade era o meteorito, foi descoberto por Manoel Gonçalves da Rosa, na Comarca de Nossa Senhora da Graça, na província de Santa Catarina, na encosta sul de uma montanha popularmente conhecida como Rocio. Foram encontrados quatorze fragmentos espalhados pelo local. Alguns desses pedaços pesavam, respectivamente: 2250 quilogramas, 300 quilogramas, 450 quilogramas, 375 quilogramas e 1500 quilogramas (ORNELLAS, 2019: 42).

De acordo com Braga (2018), em 1883 Theodoro Sampaio enviou uma carta à Orville A. Derby¹²⁴ informando sobre a localização do Bendegó, e o assunto se tornou discussão na incipiente comunidade científica brasileira, depois de quase um século de obliteração do meteorito no país (BRAGA, 2018: 150-151). Foi em uma visita à Academia Francesa de Ciências em Paris que o Imperador Dom Pedro II teve conhecimento da existência do Meteorito Bendegó, graças à influência do astrônomo, “vulgarizador científico” e autor de obras de “Astronomia Popular”¹²⁵, Camille Flammarion. O interesse pelos meteoritos voltara a tonar na comunidade científica graças à queda do meteorito carbonáceo¹²⁶ Orgueil, encontrado na França em 1864. Ao retornar ao país, como parte das comemorações do 65º ano da Independência do país, uma expedição foi organizada para remover o meteorito do sertão baiano para o MNRJ que ocorreu entre 1887-1888. A expedição foi comandada por José Carlos de Carvalho, que escreveu um relatório em 1888. Também foram construídos dois monumentos nos locais envolvidos na remoção, o Obelisco Dom Pedro II e o Marco Barão de Guahy. Em 1888, foi recebido pela Princesa Isabel no Rio de Janeiro, sendo cortado na Marinha, e desde então o Meteorito ocupa a tribuna de honra do MNRJ, localizado no *hall* de entrada do museu. A partir daí, o MNRJ passou a ser o destino mais conhecido de estudos iniciais, identificação e reconhecimento de meteoritos encontrados no país, bem como a sua curadoria, tornando-se uma verdadeira “catedra”¹²⁷ da ciência Meteorítica no país. De acordo com Carvalho (2010), uma

¹²⁴ ORVILLE ADELBERT DERBY (23/07/1851 – 27/11/1915): geólogo e geógrafo norte-americano e naturalizado brasileiro nascido em Kelloggsville, Nova York em 1851 e falecido no Rio de Janeiro, Rio de Janeiro em 1915. Realizou duas viagens com Charles Frederick Hartt ao Brasil em 1870 e em 1871. Integrou a Comissão Geológica do Império em 1874. Escreveu o primeiro catálogo de meteoritos brasileiros do acervo do Museu Nacional no Rio de Janeiro.

¹²⁵ Astronomia Popular é um tipo de literatura científica voltada para a chamada “vulgarização científica” ou divulgação científica, e alguns astrônomos como Adolphe Quêtelet, Camille Flammarion e Ronaldo Rogério Mourão publicaram obras com esse título e com essa finalidade.

¹²⁶ Meteorito Carbonáceo é um tipo de meteorito condrito que contém traços de matéria orgânica e água.

¹²⁷ O que afirmamos ser a “Catedra Meteorítica brasileira” no Museu Nacional no Rio de Janeiro foi ocupada por vários curadores, cientistas e pesquisadores que se tornaram os maiores especialistas de meteoritos no país. Esses curadores foram Orville A. Derby (1851-1915), Ney Vidal (1902-1957), Walter da Silva Curvello (1915-1999) e atualmente Maria Elizabeth Zucolotto (1957).

réplica do meteorito foi exibida em 1889 na Exposição Internacional de Paris, e atualmente encontra-se no Museu *Palais de la Découverte* em Paris (CARVALHO, 2010: 57).

No século XIX poucas obras sobre meteorítica foram publicadas no Brasil. O pintor brasileiro Pedro Américo escreveu em 1869 a primeira obra sobre a Luz Zodiaca. No Rio de Janeiro, o geólogo norte-americano Orville A. Derby publicou o primeiro catálogo sobre meteoritos brasileiros em 1888 e uma obra sobre o meteorito Bendegó em 1895.

Não se sabe ao certo se a remoção do Bendegó em 1888 colaborou indiretamente para a identificação de outro meteorito no país, o Minas Gerais, encontrado no estado homônimo. De acordo com Carvalho (2010), nesse mesmo ano, uma carta foi enviada para o Museu Nacional pelo Padre José Dorme citando a existência de uma rocha “da natureza do Bendegó” em Monte Alto na Bahia (CARVALHO, 2010: 187).

Por outro lado, a remoção do Bendegó do sertão baiano em 1888 gerou insatisfação popular na comunidade sertaneja, que passou a acreditar que a remoção da pedra do sertão seria a responsável pelos efeitos da Grande Seca ocorrida na região. Segundo Braga (2018), o povo acreditando que sob o obelisco de Dom Pedro II estavam outras amostras da rocha, destruíram o monumento, poucos anos depois da remoção (BRAGA, 2018: 159). Não se sabe como, mas de acordo com Sena (2003), a lenda do meteorito acabou atraindo para a região o beato Antônio Conselheiro que fundou o Arraial de Belo Monte, em Monte Santo, próximo ao local do achado do Bendegó no meio ao sertão nordestino. Sena (2003) cita uma célebre прédica de Antônio Conselheiro, que em tom profético afirmou:

“(...) Em 1894, há de vir rebanho de mil cabeças correndo do centro da praia para o sertão; então o sertão virará praia e a praia virará sertão (...) Em 1898, haverá mil chapéus e poucas cabeças. Em 1899, cairá uma chuva de meteoros na Terra, que daí será o fim do mundo. Em 1900, se apagarão as luzes” (ANTÔNIO CONSELHEIRO, Apud SENA, 2003: 72).

O messianismo e milenarismo brasileiro se fizeram presentes no clima *fin de siècle*, impactados pelas previsões do astrólogo místico húngaro Rudolf Farb e suas

previsões de fim do mundo associados ao periélio do Cometa Biela e a sua cauda tóxica interceptando a Terra em 13 de novembro de 1899¹²⁸.

O início do século XX foi marcado por poucos achados e relatos de quedas de novos meteoritos no país. Em 1903 ocorreu a primeira queda do século em Uberaba, seguida por uma outra queda em 1908 em Sete Lagoas, ambas no estado de Minas Gerais. Em Uberaba, os moradores assustados com o evento colocaram uma cruz no local do achado, além de destruírem amostras do meteorito, e de acordo com Candeiro et al. (2015), o dono da fazenda, amedrontado, vendeu a propriedade que foi atingida pelos meteoritos (CANDEIRO et al., 2015: 43).

De acordo com Oliveira (2020), por volta do ano de 1908, foi encontrado em uma fazenda o meteorito Caçapava do Sul, que só foi identificado mais de um século depois, graças ao professor Elver Ubirajara, em 2017 (OLIVEIRA, 2020: 72). Nessa mesma época, no Rio Grande do Sul, também ocorreu uma outra queda em São Sebastião da Boa Vista em 1914, porém o meteorito é atualmente considerado duvidoso.

Dois meteoritos foram recuperados no Estado do Ceará, o Cratéus (1950) em 1909 e o Cratéus (1931) em 1914. Em 29 de maio de 1919 ocorreu um Eclipse Solar totalmente visível em algumas cidades do Brasil, especialmente em Sobral no Ceará. O eclipse possui relevante significado para a ciência mundial, pois na ocasião o país recebeu um dos maiores cientistas vivos da época, Albert Einstein, que buscava comprovar que a sua teoria revolucionária, a Teoria da Relatividade, estava correta.

Curiosamente, três dias depois do eclipse ocorreu um fenômeno sísmico de natureza tectônica ou meteorítica em 1º de junho de 1919, entre às 18h e 18h30, em Santa Luzia de Goyaz¹²⁹, próximo ao local demarcado para ser a futura capital do país, o Quadrilátero Cruls. Em 1921, uma amostra do meteorito foi recuperada e exibida na Exposição do Centenário da Independência do Brasil ocorrida no Rio de Janeiro entre 1922-23. Em 1927 foi descoberta a massa principal do meteorito Santa Luzia, com 1,92 t, o que o tornava o segundo maior do país na época e um dos maiores do mundo. O meteorito foi doado pelo governador do estado de Goiás Brasil Ramos

¹²⁸ A ideia de que cometos possuíam cauda tóxica era comum no final do século XIX e início do século XX, como da suposta aparição do Cometa Biela em 1899 e da espetacular aparição do Cometa Halley em 1910. O Cometa Biela já não existia desde 1877, quando se fragmentou e se transformou em uma chuva de meteoros, denominada Andromedídeas ou Bielídeos.

¹²⁹ Santa Luzia de Goyaz, atualmente Luziânia.

Caiado para o Museu Nacional, e entre agosto e novembro de 1928 Ney Vidal o removeu para o Rio de Janeiro.

Em Pernambuco, duas quedas são conhecidas no período. A literatura cita a queda de um suposto meteorito em Bezerros¹³⁰ em 1915, e no dia 01 de outubro de 1923 uma outra queda ocorrida na região de Serra de Magé. De acordo com Oliveira et al. (2020), a data ficou conhecida pelos moradores como “O Dia do Estrondo” (OLIVEIRA et al., 2020: 23).

A atividade garimpeira e mineradora em Minas Gerais pode ter contribuído para o achado de cinco meteoritos ferrosos: o Barbacena em 1918, o Piedade do Bagre em 1922¹³¹, o Patos de Minas (hexaedrita) em 1925, o Pato de Minas (octaedrita) em 1925 e o Pará de Minas em 1934. Djalma Guimarães¹³², da Escola de Minas de Ouro Preto, foi o primeiro cientista brasileiro a realizar estudos sobre meteoritos brasileiros, o Serra de Magé e o Patos de Minas.

A Ilha de São Francisco do Sul, em Santa Catarina, também forneceria outro meteorito para a coleção nacional meteorítica, o Morro do Rocio¹³³, encontrado em 1928 próximo do local do achado do maior meteorito brasileiro, o Santa Catarina. Segundo Ornellas (2019), o Santa Catarina foi encontrado no Morro do Rocio (ORNELLAS, 2019: 51). De fato, poucos locais do país foram encontrados tantos meteoritos, como na Ilha de São Francisco do Sul, definitivamente, a “Ilha dos Meteoritos” brasileira.

Em 13 de agosto de 1930, data do pico das Perseidas¹³⁴, a maior chuva de meteoros conhecida, ocorreu no Amazonas, no rio Curuçá, o maior evento de impacto conhecido no Brasil. De acordo com Reza et al. (2014), o Evento Curuçá foi reportado

¹³⁰ Bezerros ou Besouros foi um suposto meteorito caído em Pernambuco no ano de 1915. A obra de Mitrovic (2022) cita uma massa de 20 toneladas. Entretanto, a existência desse meteorito é considerada duvidosa (MITROVIC, 2022: 217).

¹³¹ O Meteorito Piedade do Bagre foi achado no distrito de Piedade do Bagre, do município de Curvelo, Minas Gerais. Em 1833, ocorreu uma queda em Curvelo, mas a massa nunca foi encontrada. Existe a possibilidade de o Piedade do Bagre ter sido a queda ocorrida em Curvelo noventa anos antes da sua descoberta oficial.

¹³² DJALMA GUIMARÃES (05/11/1894 – 10/10/1973): engenheiro civil e metalúrgico brasileiro nascido em Santa Luzia, Minas Gerais em 1894 e falecido em Belo Horizonte, Minas Gerais em 1973. Foi cognominado pela Madame Marie Curie como “O Príncipe dos Geólogos”, e realizou inúmeros estudos geológicos no país, na área de mineralogia, metalogênese, geologia econômica e em meteorítica. Escreveu inúmeros artigos sobre meteoritos brasileiros e organizou o Museu de Mineralogia Professor Djalma Guimarães em Belo Horizonte.

¹³³ O Morro do Rocio e o Santa Catarina são de composições diferentes e não estão relacionados. O Morro do Rocio é um meteorito condrito, e o Santa Catarina é um meteorito siderito.

¹³⁴ As Perseidas são a maior chuva de meteoros que ocorre ao longo do ano, entre os dias 12-14 de agosto, e é associada à órbita do Cometa Swift-Tuttle.

pelo frei Fidelis D'Alviano ao Vaticano em 1931, e só se tornou conhecido décadas depois, apenas em 1995. O Evento do Rio Curuçá foi junto com o Tunguska em 1908 e o Evento da Guiana Inglesa em 1935 os maiores eventos meteoríticos do século XX (REZA et al., 2014: 399-404).

De acordo com Monteiro (2018), algumas pontas de flecha de ferro, existentes no acervo do Museu Nacional do Rio de Janeiro, utilizadas pelos índios brasileiros, possuem origem meteorítica. A procedência das pontas de flecha de ferro meteorítico provém de grupos indígenas brasileiros que habitam o Rio Negro (Amazonas), e foram obtidas em uma expedição de Lemos Basto, realizada entre 1933 e 1934 (MONTEIRO, 2018: 20). Como não há nenhum registro de meteoritos encontrado no estado do Amazonas, as pontas de flechas meteoríticas indicam a possível existência de meteoritos ainda desconhecidos pela ciência no país, o que demandaria novos estudos sobre a procedência desse ferro meteorítico utilizado na fabricação de armamentos pelos indígenas.

Entre as décadas de 1930 e 1940 ocorreram três quedas de meteoritos nos estados da Região Sul: em 1934 em Rio Negro (PR), em 1937 em Putinga (RS) e em 1941 em Mafra (SC). A queda do Meteorito Putinga foi a maior queda ocorrida no Brasil, e uma das maiores registradas do mundo. Estimativas apontam que entre 300 kg a 1 t de meteoritos foram recuperados. O colecionador de meteoritos Hardy Grunewaldt foi o responsável pela encomenda de uma representação artística da queda do meteorito, que foi imortalizada em uma pintura da artista Gisela Schinke.

Em 1931, três imigrantes japoneses Shinishi Kamiya, Shigeo Katsuura e Fumihide Okubo fundaram o Instituto Kurihara de Ciência Natural Brasileira, ligado à Universidade de Tóquio, que foi denominado por Motoyama (2004) e Matsura (2014) como o “Menor Observatório do Mundo”. O observatório fez pesquisas importantes na área da meteorítica, especialmente sobre radiantes, chuvas de meteoros e a Luz Zodiacial. A atividade do laboratório foi encerrada no contexto da Segunda Guerra Mundial. Segundo Motoyama (2004):

Nesse ambiente contraditório no campo científico e tecnológico, existe um episódio curioso e inusitado. Trata-se do Instituto Kurihara de Ciência Natural Brasileira, que montou o auto-intitulado “menor observatório astronômico do mundo”, (...) (atual Mirandópolis), em 1931. (...) Essa entidade, criada pelo lavrador Shinishi Kamiya, desenvolveu estudos não desprezíveis na área de astronomia, meteorologia, zoologia, botânica, arqueologia, antropologia e história. (...) Kamiya resolveu dedicar-se a uma atividade que ele admirava e gostava – a científica. Consegiu convencer dois de seus vizinhos – Fumihide

Okubo e Shigeo Katsuura – a participarem da empreitada. Como não passavam de amadores e por não conhecerem bem a língua portuguesa, em um primeiro momento, resolveram solicitar orientação do Observatório de Kwazan, em Kyoto. Este sugeriu a luz zodiacal – assunto bastante em moda naquele tempo – como tema de pesquisa. Então, Kamiya e seus companheiros transformaram um velho galinheiro em observatório astronômico – o menor do mundo – e fizeram mais de 1600 medidas entre 1932 e 1934, recorde mundial para uma mesma região geográfica. Esses dados foram enviados simultaneamente para o Observatório de Kwazan e para Leon Cap do Observatório Nacional, no Brasil. Esta entidade incumbiu o pequeno grupo de realizar observações sobre meteoros. Eles conseguiram localizar 59 novos pontos de radiação de meteoros – trabalho muito elogiado no cenário internacional (MOTOMIYA, 2004: 263-264).

Nesse período foram publicados dois catálogos sobre os meteoritos brasileiros por Euzébio de Oliveira em 1931 e outro por Ney Vidal¹³⁵ em 1936. Oliveira (1931) publicou um catálogo abrangente sobre os meteoritos encontrados no país, e que faziam parte do acervo das seguintes instituições: o MNRJ, o Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (SGMB) no Rio de Janeiro e a Escola de Minas em Ouro Preto.

Durante os anos 1940 houve mais problemas relacionados à Segunda Guerra Mundial do que eventuais eventos celestes. De acordo com Scorzelli et al. (2010), em 20 de maio de 1947, ocorreu um Eclipse Solar visível em algumas cidades de Minas Gerais. Na ocasião, diversos cientistas brasileiros estavam reunidos na cidade de Araxá quando souberam da existência de um meteorito encontrado por geólogos em Bocaiúva. O meteorito foi comprado pelos cientistas e doado ao Museu Djalma Guimarães.

Em 1947, uma pedra curiosa acabou sendo reconhecida como um novo meteorito brasileiro, o Casimiro de Abreu, encontrada anos antes no Rio de Janeiro e que era exposta ao público como uma curiosidade já que minava água da rocha antes de chover¹³⁶.

No início dos anos 1950, três quedas ocorreram no Centro-Sul do país: em 1950 em Patrônio (MG), em 1952 em Avanhandava (SP) e em 1956 em Paranaíba (MT). A queda do Paranaíba foi visível em vários Estados brasileiros, como São Paulo,

¹³⁵ NEY VIDAL (1902 – 1957): naturalista brasileiro, responsável pelo estudo *in situ* de inúmeros sítios arqueológicos, espeleológicos, paleontológicos e meteoríticos no Brasil. Em Meteorítica foi responsável pela remoção do meteorito Santa Luzia em 1928, de Santa Luzia de Goyaz para o Museu Nacional no Rio de Janeiro, além de escrever o relatório da remoção e um catálogo de meteoritos do MNRJ.

¹³⁶ Esse fenômeno é denominado Mal da Lawrencita, e é causado pelo grau de intemperismo e pela oxidação de meteoritos em contato com a atmosfera oxidante terrestre. Já era conhecida desde o século XIX a reação química causada pela atmosfera terrestre na liga de ferro-níquel de origem meteorítica, capaz de produzir lawrencita ($(Fe^{2+}, Ni)Cl$). O Mal da Lawrencita foi descoberto por J. Lawrence Smith, e é capaz de destruir totalmente um meteorito. Os meteoritos Casimiro de Abreu (RJ) e Nova Petrópolis (RS) apresentavam contaminação de lawrencita, o que os tornaram curiosidades locais, pois as rochas pareciam minar água e anunciar a chuva em dias úmidos.

Goiás, Minas Gerais e Mato Grosso¹³⁷. Um fato importante sobre esse meteorito é que o seu local de queda se tornou centro de culto pela comunidade cristã.

Em 1957, o mundo adentra na Era Espacial, e os seus efeitos serão sentidos no país. De fato, ocorre uma verdadeira “aceleração” do tempo histórico. Novas quedas e achados começam a ser recuperados pelo país, devido a modernização do país, a formação da comunidade científica, o desenvolvimento da pesquisa, o surgimento de campanhas de alfabetização em massa e o acesso à informação por meio da imprensa.

Em 30 de junho de 1957, ocorreu a queda do meteorito Ibitira em Minas Gerais. Foi o primeiro meteorito caçado no país de forma metódica e sistemática. O esforço para a recuperação do meteorito foi realizado por Marcos M. Rubinger¹³⁸ do Clube de Astronomia do Centro de Estudos Astronômicos César Lattes de Minas Gerais (CEAMIG). Ele enviou cartas para diversas prefeituras mineiras perguntando acerca da trajetória do bólido, e obteve resposta. A partir dos dados coletados pôde reconstruir a trajetória do bólido e indicar o local provável da sua queda. O Meteorito Ibitira também foi o primeiro meteorito brasileiro catalogado no *Meteoritical Bulletin*¹³⁹.

Pelo menos cinco novos possíveis meteoritos foram descobertos em Minas Gerais depois da queda de Ibitira em 1957. Em 1958, um garimpeiro encontrou o Governador Valadares¹⁴⁰, o primeiro meteorito brasileiro que posteriormente será reconhecido como de origem marciana, um nakhlito. Em 1960, tornaram-se conhecidos o Itutinga, o São João Nepomuceno e o Ubá. No mesmo ano, uma quarta pedra de ferro, o suposto meteorito Nova Lima, será recuperado, e que hoje é

¹³⁷ Da queda foram recuperados vários fragmentos de meteoritos que foram catalogados pela ciência como Meteorito Cacilândia (também escrito como Cassilândia) e Meteorito Paranaíba. Os fragmentos foram encontrados no que seria o atual estado do Mato Grosso do Sul. O *Meteoritical Bulletin* considera esses meteoritos como separados, mas atualmente já se sabe que se tratam do mesmo meteorito.

¹³⁸ MARCOS MAGALHÃES RUBINGER (05/02/1934 – 19/11/1975): foi um antropólogo, professor universitário e astrônomo amador nascido em 1934 em Belo Horizonte, Minas Gerais e falecido em 1975 nessa mesma cidade. Era membro do clube de astronomia CEAMIG e calculou as trajetórias dos bólidos caídos em 1956 em Paranaíba e 1957 em Ibitira, do qual esse último conseguiu recuperar o meteorito. Foi preso, torturado, exilado e possivelmente uma vítima fatal da repressão policial na ditadura militar brasileira.

¹³⁹ *Meteoritical Bulletin* nº6, publicado em 1957.

¹⁴⁰ Atualmente o meteorito Governador Valadares, de origem marciana, encontra-se na Itália. Os estudos indicam que o meteorito possivelmente foi recuperado de uma queda recente, já que possuía características condizentes, como crosta de fusão bem preservada.

considerado como um pseudometeoro. Em 1965, ocorreu uma queda em Conquista¹⁴¹. No mesmo ano foi encontrado o Meteorito Veríssimo¹⁴², em Goiás.

O estado de São Paulo assistiu a duas quedas de meteoritos nos anos 1960, em 1962 na cidade de São José do Rio Preto e em 1967 na cidade de Buritizal. O Meteorito Buritizal foi recuperado graças ao repórter da TV Tupi Saulo Gomes que investigou os fatos e localizou o meteorito.

Em 1967, o meteorito Nova Petrópolis foi descoberto oficialmente no Rio Grande do Sul. De acordo com Scorzelli et al. (2010), a pedra “chorava” quando o tempo ficava úmido, o que a tornou uma curiosidade local.

No contexto da Ditadura Militar brasileira, os esforços de industrialização do país e o impacto da obra de Harry Hess sobre a tectônica de placas, de fato o novo paradigma das geociências, aliado às novas tecnologias de sensoriamento remoto e aerofotogrametria, permitiram novas descobertas ocasionais de meteoritos e a identificação das primeiras crateras de impacto no país. A pesquisa geológica, desde então, foi a responsável pela recuperação de muitos meteoritos no país, como a queda em 1967 ocorrida em Parambu, Ceará. Esse meteorito foi recuperado graças ao geólogo A. Barreto que estudava a ocorrência de rutilo na região.

No início dos anos 1970, outras duas quedas ocorreram no país, respectivamente em 1971 em Marília, São Paulo, e em 1972, em Ipiranga, Paraná. A queda do Ipiranga foi vista nas Cataratas do Iguaçu e foi amplamente noticiada na imprensa como uma possível queda de um avião. Foram organizadas buscas para encontrar o local da queda do suposto avião, mas constatou-se que foi a queda de um meteorito. Em 1973, a Academia de Linceus organizou uma expedição italiana para estudar o local do impacto do meteorito.

Nos anos 1970, dois grandes meteoritos foram recuperados em Goiás em decorrência de pesquisas geológicas: o Sanclerlândia em 1971, por geólogos da UNB; e o Itapuranga, aproximadamente em 1977, por pesquisadores da USP. Em 1974 o meteorito Balsas foi encontrado no Maranhão.

Os estudos geológicos, a aerofotogrametria, os satélites de sensoriamento remoto e as missões espaciais foram responsáveis pela identificação das primeiras

¹⁴¹ O Meteorito Conquista foi roubado da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

¹⁴² O Meteorito Veríssimo foi encontrado no rio Veríssimo, na cidade goiana de Ipameri, e no *Meteoritical Bulletin* a localização foi atribuída erroneamente à cidade mineira de Veríssimo, no Triângulo Mineiro (ZUCOLOTTO e ANTONELLO, 2000: 2).

cinco crateras de impacto do Brasil. A Cratera de Colônia em São Paulo foi a primeira identificada no país a partir dos estudos de Kollert et al. (1961). A Cratera de Colônia foi identificada a partir de fotografias aéreas retiradas no mapeamento da área inundada durante a construção da Represa Billings (KOLLERT et al., 1961: 58-59).

Graças ao imageneamento do satélite Landsat e ao sensoriamento remoto foram identificadas por Dietz e French (1973) outras duas crateras de impacto do Brasil, o Domo de Araguainha¹⁴³ e a Serra da Cangalha¹⁴⁴, ambas encontradas no estado de Goiás. Em 1975, durante a Missão Apollo-Soyuz, marco final da Corrida Espacial entre EUA e URSS, analisando do espaço a cratera de Serra da Cangalha, foi descoberta pelos astronautas norte-americanos e cosmonautas soviéticos um outro astroblema próximo, o Anel do Riachão, localizado no estado do Maranhão.

A partir de imagens de radar do Projeto RadamBrasil, os pesquisadores A. Paiva Filho, C. A. V. Andrade e L. F. Scheibe identificaram uma estrutura circular denominada Cúpula do Vargeão em Santa Catarina, no ano de 1978, que seria posteriormente reconhecida como uma cratera de impacto.

A primeira pesquisa nacional sobre crateras de impacto brasileiras foi feita por Álvaro Penteado Crósta (1980)¹⁴⁵. Desde então, o pesquisador lidera o chamado Grupo da Unicamp, grupo pioneiro na identificação de crateras de impacto no país.

Em 1977, uma nova queda seria vista no país, a do Meteorito Iguaraçu, Paraná. Essa queda marcou um longo devir, e na década de 1980 nenhuma outra queda foi registrada no país.

¹⁴³ O Domo de Araguainha é uma cratera de impacto localizada na fronteira de Mato Grosso e Goiás, nas nascentes do rio Araguaia. Espalha-se pelos municípios mato-grossenses de Ponte Branca, Alto Araguaia e Araguainha e pelos municípios goianos de Doverlândia, Mineiros e Santa Rita do Araguaia. A nossa pesquisa encontrou evidências relativas ao conhecimento dessa cratera séculos antes do seu reconhecimento oficial via sensoriamento remoto. Os índios caiapós conheciam a cratera, que também foi identificada pelo militar e cartógrafo português Raymundo Jozé da Cunha Mattos em 1826, que a denominou como Serra Sellada, Serra dos Cayapós ou Serra dos Caiapós. Tanto os índios caiapós e Cunha Mattos acreditavam se tratar de uma cratera de origem vulcânica. Apenas 150 anos depois seria identificada novamente como uma cratera de impacto. Esse fato, possivelmente, pode tornar o Domo de Araguainha uma das mais antigas crateras de impacto conhecidas pelos seres humanos, já que foi só em 1891 que a *Barringer Meteor Crater*, localizada nos EUA, seria conhecida pela ciência e sua natureza meteorítica seria discutida no meio acadêmico.

¹⁴⁴ A Serra da Cangalha é uma cratera de impacto encontrada no estado de Goiás, mas que com a divisão do estado em 1988, atualmente encontra-se no estado de Tocantins, no município de Campos Lindos. É a cratera mais bem preservada do país.

¹⁴⁵ ÁLVARO PENTEADO CRÓSTA (07/08/1954): geólogo brasileiro nascido em 1954 em Ribeirão Preto, São Paulo. Especialista em sensoriamento remoto, desenvolveu a “Técnica Crósta”. Atualmente é professor da Unicamp e lidera o Grupo da Unicamp, grupo pioneiro responsável pela identificação e estudo de crateras de impacto no Brasil.

Nos anos seguintes, o Rio Grande do Sul seria o centro da descoberta de três novos achados meteoríticos no país: o Augusto Pestana em 1977, o Lavras do Sul em 1985 e o Soledade em 1986. Alguns desses achados estão relacionados à atuação do colecionador de meteoritos gaúcho Hardy Grunewaldt, primeiro colecionador de meteoritos do Brasil, responsável pela identificação de quatro meteoritos: o Nova Petrópolis em 1967, o Lavras do Sul em 1985, o Soledade em 1986 e o Porto Alegre¹⁴⁶ em 2005. Em 1986 foi encontrado o Meteorito Blumenau em Santa Catarina.

Os primeiros estudos sistemáticos sobre os meteoritos brasileiros foram realizados por Buchwald (1975)¹⁴⁷, sobre os meteoritos ferrosos, e Gomes e Keil (1980), sobre os meteoritos rochosos. Nos estudos realizados pelos especialistas dinamarqueses, norte-americanos e brasileiros foram descritos 14 meteoritos férreos e 21 meteoritos rochosos. A obra de Gomes e Keil (1980)¹⁴⁸ é considerada a primeira obra científica sobre os meteoritos brasileiros. Além de Celso Barros Gomes¹⁴⁹, outro grande meteoriticista brasileiro do período é Walter S. Curvello¹⁵⁰, considerado o primeiro especialista em meteoritos no Brasil.

Em relação aos avanços técnicos, o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) criado em 1949, vai desenvolver em 1978 análises laboratoriais a partir do Efeito Mössbauer, pelos cientistas Jacques Danon, Rosa Scorzelli e Isabel Sousa Azevedo. A técnica analítica será amplamente utilizada em pesquisas sobre os meteoritos brasileiros.

¹⁴⁶ Os meteoritos Vitória da Conquista (BA), Blumenau (SC) e Porto Alegre (RS) não foram encontrados nessas cidades.

¹⁴⁷ VAGN FABRITIUS BUCHWALD (23/06/1929): engenheiro metalúrgico e siderúrgico dinamarquês nascido em Frederiksberg em 1929. Encontrou o meteorito gigante Agpalilik no campo de dispersão do Cape York na Groenlândia em 1963 e desde então tornou-se especialista em meteoritos, especialmente os sideritos. Suas principais obras em Meteorítica são: o estudo monumental sobre sideritos encontrados em todo mundo, o *The Handbook of Iron Meteorites: Their History, Distribution, Composition and Structure. vol. 1, 2, 3* (1975) e o uso de ferro-níquel meteorítico na antiguidade, o *Iron and Steel in Ancient Times* (2005).

¹⁴⁸ KLAUS KEIL (15/11/1934 – 25/02/2022): geoquímico alemão naturalizado norte-americano nascido em Hamburgo em 1934 e falecido em 2022. Especialista em meteoritos, especialmente os condritos, foi um dos responsáveis pelo estudo de amostras de rochas lunares. Desenvolveu o método de estudo de meteoritos a partir da microssonda eletrônica. Escreveu junto com Celso Barros Gomes a primeira obra sobre meteoritos rochosos brasileiros, *Brazilian Stone Meteorites* (1980).

¹⁴⁹ CELSO BARROS GOMES (25/05/1935): geólogo brasileiro nascido em Cachoeira Paulista, São Paulo em 1935. Especialista em rochas alcalinas e sua *alma mater* é o Instituto de Geociências (IGc) da USP. Escreveu a primeira obra sobre meteoritos rochosos brasileiros com Klaus Keil, *Brazilian Stone Meteorites* (1980).

¹⁵⁰ WALTER SILVA CURVELLO (24/08/1915 – 1999): autodidata, polímata, curador e especialista em meteoritos brasileiro nascido em Bom Jesus do Norte, Espírito Santo em 1915 e falecido em 1999. Foi curador do Setor de Meteoritos do Museu Nacional no Rio de Janeiro.

Nos anos 1980 foram recuperados mais três meteoritos em Minas Gerais. Os achados de Paracatu em 1980, localidade não bem conhecida, o Maria da Fé em 1987 e o Indianópolis em 1989. Estudos realizados no meteorito Indianópolis por John T. Wasson sugerem se tratar de um pedaço do meteorito Santa Luzia que teria sido removido pelos índios do seu local original, próximo do Quadrilátero Cruls, para áreas do Triângulo Mineiro. Parece improvável que os índios tenham realizado tal proeza. A distância entre os dois achados é de cerca de 310 km, o que poderia sugerir um provável campo de dispersão¹⁵¹ ainda desconhecido no país.

Em 1984 ocorreu a descoberta do único pallasito brasileiro, o Quijingue, próximo ao sítio do Bendegó. Até então inexistiam meteoritos siderólitos conhecidos no país. Os pallasitos são muito valorizados no mercado pela sua beleza e raridade.

O primeiro meteorito brasileiro recuperado na região amazônica foi descoberto somente em 1989. O meteorito foi descoberto durante o mapeamento geológico da Serra do Ipitinga localizada no município de Almerim, Pará, pelo pesquisador S. L. Martini.

Em 1990 o então entusiasta em meteoritos, o baiano Wilton Pinto Carvalho publicou um livro sobre o meteorito Bendegó. De acordo com Scorzelli et al. (2010), um ano depois ganhou de presente de H. Shigame da UFBA um meteorito ainda não catalogado que o entusiasta teve a oportunidade de ajudar na identificação, o Rio do Pires (SCORZELLI et al., 2010: 84). A paixão pelos meteoritos fez com que Wilton P. Carvalho retornasse à universidade e realizasse pesquisas sobre os meteoritos baianos, em especial sobre o Meteorito Bendegó, o “xodó” nacional meteorítico. Desde então, Salvador se tornou um importante polo de estudos sobre meteoritos no Brasil, graças à contribuição de Wilton P. Carvalho e de Débora Correia Rios.

O início conturbado politicamente no mundo dos anos 1990 foi acompanhado pela primeira queda de meteorito no país, em mais de uma década, o meteorito Campos Sales, em 1991 no Ceará. No contexto da Guerra do Golfo, conflito midiatizado e espetacularizado, a queda foi entendida pelo povo cearense como uma bomba disparada pelos norte-americanos no Iraque e seus aliados desviada de seu

¹⁵¹ O maior campo de dispersão conhecido é do Meteorito Gibeon, na Namíbia, com 390 km de extensão. A distância calculada em linha reta entre os locais dos achados dos meteoritos Santa Luzia e Indianópolis é de aproximadamente 310 km, pelo qual levantamos a hipótese de que essa área possa corresponder à um possível campo de dispersão.

caminho. De fato, o meteorito foi visto cair pelo pesquisador Walmick Vieira da UFC, que ajudou na sua recuperação, identificação e preservação.

No contexto da Nova Corrida do Ouro no Brasil, motivada pelas descobertas de ouro em Serra Pelada, o garimpo cresceu no país, especialmente em áreas das regiões Norte e Centro-Oeste. O acesso à novas tecnologias como os detectores de metais, que de acordo com Sandoval (2012), se tornaram acessíveis ao público na década de 1970, foi possível identificar dois novos meteoritos em Goiás, encontrados relativamente próximos entre si (SANDOVAL, 2012: 30). No ano de 1992, foram encontrados o Meteorito Campinorte, em Campinorte e a menos de 52 km, o Meteorito Urucuá, em Niquelândia. Os meteoritos foram os primeiros meteoritos recuperados no país a partir do uso de detectores de metais. Esses meteoritos gigantes estão entre os cinco maiores encontrados no país, junto ao Santa Catarina, o Bendegó e o Santa Luzia.

De acordo com Oliveira (2020), em 1997 houve uma tentativa de furto do Angra dos Reis e do Serra de Magé, dois dos mais importantes, valiosos e raros meteoritos brasileiros. A Polícia Federal recuperou o meteorito no Aeroporto Internacional do Galeão em posse de Ronald Edward Farelle e Frederick Marselli (OLIVEIRA, 2020: 61). A prática de furto de meteoritos é bastante comum.

Fora as expedições históricas para remoções de meteoritos gigantes brasileiros, poucas expedições científicas foram realizadas aos locais associados aos meteoritos e aos eventos meteoríticos ocorridos no país. As primeiras expedições científicas foram organizadas no rio Curuçá em 1997 e no sítio do Bendegó em 2002. De acordo com Reza et al. (2014), foi realizada uma expedição científica ao Curuçá em 1997 com objetivo de identificação do local onde ocorreu o evento. Entre os membros da expedição encontravam-se Sidney Possuelo, Ramiro de la Reza, Paulo Roberto Martini, Arno Brichta e Wilton P. Carvalho. A expedição foi patrocinada pela TV Globo e TV ABC da Austrália, gerando o documentário do canal *Discovery Channel, Rumble in the Jungle* (REZA et al., 2014: 404). Em 2002, Marcomede Rangel Nunes, Augusto César Orrico e Wilton Pinto Carvalho realizaram uma expedição ao local do achado do Bendegó, que resultou em um relatório publicado por Nunes (2009).

O final dos anos 1990 foi acompanhado de relativo silêncio meteórico no país, apesar do clima catastrófico associado ao fim do milênio. É importante mencionar o clima apocalíptico associado aos anos de 1999 e 2000, como a novelas, filmes

hollywoodianos e o “bug do milênio” associado à Era da *Internet*. Essa nova tecnologia iria mudar para sempre as telecomunicações mundiais, e de fato trouxe uma contribuição imensa no desenvolvimento e na difusão da ciência no Brasil e no mundo.

Em 2000, foi publicado o último catálogo de meteoritos brasileiros do Museu Nacional, por Zucolotto et al. (2000), com 33 meteoritos¹⁵². De qualquer forma, o trabalho de Maria Elizabeth Zucolotto¹⁵³ no MNRJ tem se mostrado excepcional. Seu primeiro trabalho sobre meteorítica brasileira foi Neves (1980) que descrevia os principais meteoritos encontrados no país. Tornou-se a maior especialista brasileira no assunto no país, de renome internacional, e é uma defensora incansável do patrimônio meteorítico brasileiro, divulgadora científica, popularizadora da ciência, escritora prolífica e incentivadora da educação sobre meteoritos no país. De fato, Maria Elizabeth Zucolotto pode ser definida como a “Mãe da Meteorítica Brasileira” e sua contribuição na meteorítica brasileira é incomparável.

Em 2001, um novo meteorito foi descoberto em Minas Gerais, o Minas Gerais (b). Até então, a contribuição mineira na coleção nacional de meteoritos é singular. De fato, o grande número de meteoritos mineiros na coleção nacional é um subproduto da atividade mineradora e garimpeira na região, dos estudos geológicos, da construção de ferrovias, de uma maior percepção cultural da importância dos minerais e rochas no desenvolvimento econômico e mesmo científico do país e do mundo e da própria densidade populacional do estado.

A contribuição mineira, baiana e goiana na coleção nacional meteorítica brasileira será incrementada pela gaúcha, mais pela ação consciente de indivíduos, do que pelo achado ocasional de meteoritos. Enquanto a recuperação de meteoritos em Minas Gerais e Goiás são majoritariamente dominadas por achados ocasionais, a da Bahia e a do Rio Grande do Sul são marcadas pelo protagonismo de indivíduos conscientes e conhecedores da importância dos meteoritos para a ciência.

No Rio Grande do Sul, José Maria Pereira Monzon e Camino I. Monzon foram responsáveis pela identificação dos meteoritos Santa Vitória do Palmar em 2003-2004, que acreditavam erroneamente estar relacionados ao bólido visto em 25 de

¹⁵² O catálogo da coleção de meteoritos do MNRJ do Rio de Janeiro, publicado por Zucolotto e Antonello (2000) não menciona o Meteorito Santa Luzia, que também faz parte do acervo.

¹⁵³ MARIA ELIZABETH ZUCOLOTTO (06/03/1957): astrônoma brasileira nascida no Rio de Janeiro em 1957. Atualmente é a curadora do Setor de Meteoritos do Museu Nacional no Rio de Janeiro. Também é caçadora de meteoritos e ajudou a identificar dezenas de meteoritos no país. Contribuiu com inúmeras obras sobre meteoritos no Brasil como *Meteoritos: Cofres da Nebulosa Solar* (2010) e *Decifrando os Meteoritos* (2013).

junho de 1997, e mais recentemente, o Capão do Leão em 2019, recuperado a partir de uma queda. Após Minas Gerais, o Rio Grande do Sul é o segundo estado brasileiro com o maior número de meteoritos identificados e catalogados, em grande parte, graças à contribuição de Grunewaldt e dos Monzon na sua recuperação. Recentemente também foram encontrados no estado os meteoritos Hermenegildo em 2004 e o Cruz Alta em 2008. O Hermenegildo também foi associado ao bólido de 1997, e o descobridor do meteorito Carlos Alberto acreditava se tratar de um Objeto Voador Não-Identificado (OVNI). Como o meteorito foi encontrado em um pântano, os cientistas desacreditaram o relato de Carlos Alberto, afirmando se tratar possivelmente de um fogo-fátuo.

Assim como a década de 1980, e os anos 1990, interrompidos pela queda em Campos Sales, os anos 2000 também marcam um certo marasmo cósmico, que nos faz levantar a hipótese de que realmente existem ciclos de atividade meteorítica, que já foram estudadas e sugeridas por outros autores, como Rasmussen (1990). Mesmo assim Francisco (2006) cita em uma notícia publicada na imprensa da ocorrência de um incêndio¹⁵⁴ ocorrido na cidade de Santo Antônio de Jesus, localizado na Bahia, em 08 de março de 2006 supostamente atribuído a um meteoro.

Graças a expertise dos pesquisadores Douglas Riff e Joaquim Perfeito, os dois cientistas foram os responsáveis pela identificação de dois meteoritos na Bahia em 2007: o Palmas de Monte Alto e o Vitória da Conquista. O Palmas de Monte Alto foi o meteorito mencionado em carta a Orville A. Derby em 1888, e foi reencontrado por Francisco Cruz em 1954 e encontrava-se numa escola pública na cidade homônima.¹⁵⁵ O Meteorito Vitória da Conquista foi encontrado no acervo do museu dessa cidade.

Em 2008 foi fundada a Sociedade Meteorítica Brasileira¹⁵⁶, primeira instituição científica com foco em meteorítica no país. Já em 2009, o Brasil foi sede da 27ª Assembleia da IAU. Pela primeira vez na história da ciência meteorítica brasileira foi

¹⁵⁴ Não existe consenso científico de que meteoros possam causar incêndios, como os que ocorrem quando há quedas de raios. É possível que os incêndios naturais possam ter sido causados pela prática de lançar balões em festividades, especialmente em festas juninas.

¹⁵⁵ O Meteorito Monte Alto ou Morre Alto nunca foi localizada pela ciência oficial na época. De fato, esse meteorito, experimentaria um longo devir, o mesmo esquecimento secular experimentado pelo Bendegó, e se mostraria uma surpresa para a ciência brasileira 120 anos depois. Em 1954 o baiano chamado Francisco Cruz reencontrou o meteorito Monte Alto e o deixou na escola pública Marcelino Neves em Palmas de Monte Alto, mas só foi reidentificado no ano de 2007, sendo rebatizado como Palmas de Monte Alto.

¹⁵⁶ A Sociedade Meteorítica Brasileira (SMB) foi fundada em 22/09/2008 em Florianópolis (SC).

realizada uma ampla campanha de divulgação científica sobre a possibilidade de cidadãos brasileiros encontrarem meteoritos no país. O Museu Nacional do RJ e a Universidade Estadual do Rio de Janeiro (UERJ)¹⁵⁷ distribuíram panfletos por todo país no contexto da 12º Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica. Entre os materiais de divulgação, consta a distribuição do livro infantil *Tem um Et no seu Quintal?*, escrito por Higor Martínez de Oliveira, que ajudou indiretamente na identificação do meteorito Varre-Sai por um estudante fluminense, que comunicou a queda à sua professora, que informada sobre o material de divulgação, realizou os encaminhamentos junto ao MNRJ para sua identificação. A queda do Varre-Sai¹⁵⁸ ocorreu em 2010 no Rio de Janeiro, próximo da fronteira do Espírito Santo. Em 2017 outro livro infantil é publicado, *As Aventuras de Pedro, uma Pedra Espacial*, escrito por Duilia de Mello. As publicações dessas obras infanto-juvenis têm como objetivo popularizar a ciência meteorítica entre o público infantil.

Em 2014 foi publicada a primeira obra abrangente sobre a história da astronomia no Brasil por Matsuura (2014)¹⁵⁹. A obra traz a contribuição dos maiores especialistas em meteorítica no país e descreve de forma sucinta a história dos meteoritos e das crateras de impacto identificadas no Brasil, além de descrever o Evento de Curuçá.

Recentemente, no país, têm crescido as redes de monitoramento de meteoros a partir de estações individuais que utilizam câmeras todo-o-céu ou câmeras de circuito fechado de TV (CFTV) operadas em sua maioria por astrônomos amadores. A rede de monitoramento *Brazilian Meteor Observation Network* (BRAMON)¹⁶⁰ surgiu em 2014 e utiliza câmeras todo-o-céu adaptadas para monitoramento de meteoros. A rede de monitoramento EXOSS *Citizen Science*¹⁶¹ surgiu em 2015 e utiliza câmeras de circuito fechado de TV. Esses programas funcionam de maneira análoga e entre os principais serviços estão o registro de meteoros, bólidos e *fireballs*; o reporte um bólido (*report fireball*) que cruza dados de observadores de todo o país na expectativa

¹⁵⁷ O Prof. Dr. João Batista Garcia Canalle da UERJ é o responsável pela organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).

¹⁵⁸ O Meteorito Varre-Sai foi descrito inicialmente como Meteorito Guaçuí.

¹⁵⁹ A obra trouxe um panorama histórico da meteorítica brasileira, no qual Maria Elizabeth Zucolotto foi a responsável pela escrita da história dos meteoritos brasileiros; Alvaro Penteado Crósta pela história das crateras de impacto localizadas no território brasileiro e Ramiro de la Reza, Henrique Lins de Barros e Paulo Roberto Martini pela descrição do Evento de Curuçá, o “Tunguska Brasileiro”.

¹⁶⁰ A BRAMON é uma rede de monitoramento de meteoros que entrou em funcionamento em janeiro de 2014 oficializada como entidade jurídica em 07/02/2018 na cidade de Nhandeara (SP).

¹⁶¹ A EXOSS *Citizen Science* é uma rede de monitoramento de meteoros surgida em maio de 2015. O acrônimo EXOSS corresponde ao *slogan* do projeto *Exploring the Southern Sky* ou “Explorando o Céu Austral”.

de recuperação de possíveis meteoritos; e a identificação de raiantes e chuvas de meteoros. Porém, até agora, não há nenhum registro de meteorito recuperado no país pelas duas redes de monitoramento, dado em parte às dimensões continentais do país e às próprias dificuldades operacionais de recuperação de meteoritos com estações dispersas pelo território nacional e com pouca cobertura. Atualmente câmeras de vigilância e satélites meteorológicos também tem registrado a ocorrência de quedas de meteoros no país, como ocorreu com os meteoritos Santa Filomena e Tiros.

Também cresceram no período programas e iniciativas de caça e recuperação de meteoritos como o Caça ao Curisco¹⁶², no Sergipe, e o Programa de Recuperação, Identificação e Classificação de Meteoritos (PROMETE)¹⁶³, na Bahia. Zucolotto (2014) afirma que existe potencialidade no próprio Brasil, e mesmo na Antártida para caçar meteoritos, que poderia ser realizado através de ações dentro do Programa Antártico Brasileiro. A autora afirma que no Brasil:

Uma área bastante promissora é a ecorregião do Raso da Catarina na caatinga baiana, por ser grande região de terras áridas que possibilita a conservação dos meteoritos e por ter escassa vegetação. No entanto, não houve nenhuma expedição científica para a busca sistemática de meteoritos nessa região e a população esparsa, sem conhecimento nem curiosidade para procurar meteoritos, ainda não fez nenhuma descoberta (ZUCOLOTTO, 2014: 389).

Na última década o número de meteoritos identificados no país cresceu bastante, especialmente graças às redes sociais, às reportagens na mídia e às iniciativas de popularização científica. Com o advento da Web 2.0, as redes sociais tornaram-se um novo fórum para identificação de meteoritos, bem como *networking* entre os interessados no tema. Entre as principais redes sociais destacam-se o Facebook, o Instagram e o YouTube. O surgimento de canais especializados no assunto tem atraído a atenção do grande público no país, contribuindo para que a ciência seja acessível à população. Entre os canais de destaque podem-se citar o Galeria do

¹⁶² De acordo com a Agência Aracaju de Notícias (2012), o Caça ao Curisco é um programa de recuperação de meteoritos criado por Augusto César Almeida, coordenador da Casa de Ciência e Tecnologia de Aracaju (CCTECA), em parceria com o Observatório Nacional (ON). O objetivo do projeto é a identificação de meteoritos ou “curiscos” no estado do Sergipe, unidade federativa que ainda não possui nenhum meteorito catalogado pela ciência brasileira.

¹⁶³ O Programa de Recuperação, Identificação e Classificação de Meteoritos (PROMETE) foi criado em 2009 por Wilton Carvalho e Débora Correia Rios na Bahia com objetivo de recuperação, identificação e classificação de novos meteoritos.

Meteorito¹⁶⁴, Meteoríticas¹⁶⁵, Meteoritos André Moutinho¹⁶⁶ e Meteoritos Brasil¹⁶⁷. O trabalho tem se traduzido em práticas de popularização das ciências como o *site* AIMeteorites¹⁶⁸ e o aplicativo IDMeteoritos¹⁶⁹.

O meteorito Sapopema¹⁷⁰ foi achado em 2010 no Paraná. Em 2011, outros dois meteoritos foram encontrados em Goiás, de forma independente, o Meteorito Faina e o Meteorito Santo Antônio do Descoberto. Essas descobertas aleatórias marcam as descobertas goianas em meteoritos sideritos. No antigo norte goiano, no atual estado do Tocantins também foi descoberto um meteorito, o Arraias em 2015.

A expansão do detectorismo amador e profissional no Brasil foi o responsável pela descoberta de quatro novos meteoritos no país, todos sideritos: o Pontes e Lacerda (MT) em 2013, o Nova Olinda (PB) em 2014, o Nossa Senhora do Livramento (MT) em 2016 e o Conceição do Tocantins (TO) em 2021. Esses meteoritos foram estudados na Universidade de Campinas, um novo polo de estudo sobre meteoritos no país.

O *dealer* e colecionador de meteoritos André Moutinho foi o responsável pela identificação, localização e curadoria de vários meteoritos brasileiros nos últimos anos: Augusto Pestana (RS) em 1977, Pontes e Lacerda (MT) em 2013, Vicência (PE) em 2013, Parauapebas (PA) em 2013, Serra Pelada (PA) em 2017, Montes Claros de Goiás (GO) em 2017 e Conceição do Tocantins (TO) em 2021. Augusto Pestana, Pontes e Lacerda, Montes Claros de Goiás e Conceição correspondem a achados, e os demais a quedas.

¹⁶⁴ Galeria do Meteorito: *site* criado pelo astrônomo amador Richard Cardial possivelmente em 2010. O *site* tornou-se muito popular no país, possuindo inúmeros canais nas redes sociais, como Instagram e YouTube.

¹⁶⁵ Meteoríticas: *site* de divulgação científica que reúne inúmeras pesquisadoras e pesquisadores especialistas em meteoritos no Brasil, como Maria Elizabeth Zucolotto, Amanda Araujo Tosi, Diana Paula de Pinho Andrade, Sarah Maciel, Edson Jequecene, Sara Nunes Soares, Wania Wolff, Noel Piedade de Almeida e Felipe Abrahão Monteiro.

¹⁶⁶ Meteoritos André Moutinho: *site* criado pelo *dealer* e colecionador André Moutinho, com objetivo de divulgação científica sobre o tema meteoritos, além de comercialização de meteoritos e impactitos.

¹⁶⁷ Meteoritos Brasil: *site* especializado em meteoritos brasileiros que foi criado em 2013 por Higor Martínez de Oliveira.

¹⁶⁸ O AIMeteorites ou *Analytical Images of Meteorites* é um *site* de divulgação científica sobre meteoritos e especialmente de fotografias de meteoritos e lâminas petrográficas de meteoritos vistas sob as lentes de microscópio eletrônico e de microssonda, e foi criado em 2019 por Amanda Tosi e Maria Elizabeth Zucolotto do Labsonda do Instituto de Geociências da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

¹⁶⁹ O IDMeteoritos é um aplicativo desenvolvido por Higor Martínez de Oliveira que auxilia na pré-identificação de possíveis candidatos a meteoritos.

¹⁷⁰ De acordo com John T. Wasson, o Meteorito Sapopema é quimicamente idêntico ao Meteorito Crathéus (1931) e ao Pará de Minas.

O geólogo Rodrigo M. Guerra foi o responsável pela intermediação e identificação do meteorito Nossa Senhora do Livramento, achado em Mato Grosso por um garimpeiro com o uso de um detector de metais em 2016, e que atualmente ainda encontra em sua posse. O pesquisador também foi um dos responsáveis pela organização de uma das primeiras exposições itinerantes de meteoritos no país, o Museu Itinerante de Ciências Naturais. O número de exposições sobre meteoritos também tem crescido na última década, extrapolando os espaços museais como a Exposição no Pontal do Triângulo Mineiro em 2012.

Em 2015, ocorreu uma queda em Porangaba, São Paulo e, em 2017, foi encontrado um meteorito em Castanheiras, Rondônia. Parece uma evidência incontestável que a descoberta de novos meteoritos acompanha a expansão da fronteira agrícola no país e no mundo. O número de meteoritos encontrados na Amazônia atualmente corresponde exatamente à área da frente pioneira agrícola do país.

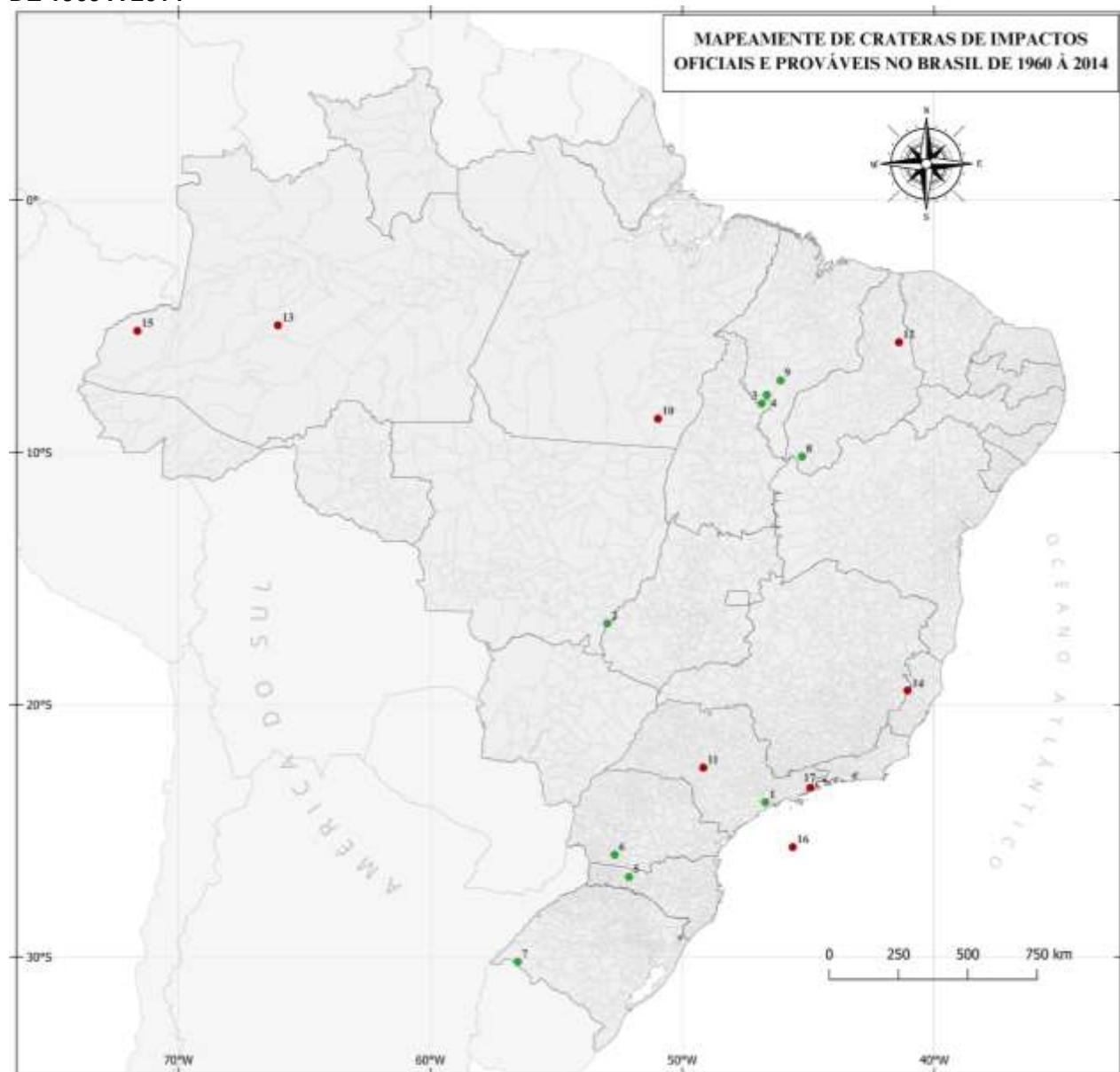
O Grupo da Unicamp tem desenvolvido pesquisas em vários sítios candidatos a serem crateras de impacto. O grupo foi responsável pela identificação da cratera de Vista Alegre (PR) em 2003, Cerro Jaraú (SC) em 2010 e Santa Marta (PI) em 2013. O astroblema Cabeça de Sapo¹⁷¹ (MA) foi a nona cratera de impacto que teve sua origem reconhecida no país. Há ainda outras possíveis estruturas de impacto que se encontram em fase de estudos no país que são Tefé (AM), Curuçá (AM), Inajah (PA), São Miguel do Tapuio (PI), Aimorés (MG/ES), Piratininga (SP), Ubatuba (SP) e Praia Grande (SP). Crósta (2014) realça o estado da arte relacionado ao *Impact Crater Studies* no Brasil:

Não há, no Brasil, programa sistemático de pesquisas voltadas para o estudo de crateras meteoríticas, como já ocorreu em outros países, como o Canadá e a Rússia. O que há são iniciativas individuais de pesquisadores ou de pequenos grupos que se interessam por essas estruturas, ou então daqueles que, por acaso, em atividades de mapeamento, depararam-se com feições circulares com características associáveis às crateras meteoríticas (CRÓSTA, 2014: 431).

O mapa 1 destaca os astroblemas oficiais e as possíveis estruturas de impacto em estudos no país atualmente:

¹⁷¹ A cratera de impacto Cabeça de Sapo está localizada em Nova Colinas, no estado do Maranhão. A cratera é a mais recente cratera de impacto identificada no país, e ainda não possui cadastro no *Meteoritical Bulletin* e no *Earth Impact Database*.

MAPA 1 – MAPEAMENTO DE CRATERAS DE IMPACTOS OFICIAIS E PROVÁVEIS NO BRASIL DE 1960 A 2014



Legenda Nome e município de origem das ocorrências de crateras (por ordem cronológica):

STATUS OFICIAL ●

- 1 - Colônia, São Paulo (SP), 1960
- 2 - Domo de Araguainha, Doverlândia, Mineiros e Santa Rita do Araguaia (GO); Ponte Branca, Alto Araguaia e Araguainha (MT), 1973
- 3 - Serra da Cangalha, Campos Lindos (TO), 1973
- 4 - Anel do Riachão, Campo Grande (MA), 1975
- 5 - Cúpula do Vargeão, Vargeão, Faxinal dos Guedes e Passos Maia (SC), 1978
- 6 - Vista Alegre, Coronel Vivida (PR), 2003
- 7 - Cerro Jaraú, Quaraí (RS), 2007
- 8 - Santa Marta, Corrente (PI), 2013
- 9 - Cabeça de Sapo, Nova Colinas (MA), 2013

STATUS PROVÁVEL ●

- 10 - Inajah, Santa Maria das Barreiras (PA), 1960
- 11 - Piratininga, Piratininga (SP), 1970
- 12 - São Miguel do Tapuio, São Miguel do Tapuio (PI), 1970
- 13 - Tefé, Tefé (AM), 1980
- 14 - Aimorés, Aimorés (MG) e Baixo Guandu (ES), 1983
- 15 - Curuçá, Atalaia do Norte (AM), 1997
- 16 - Praia Grande, Bacia de Santos (Oceano Atlântico), 2005
- 17 - Ubatuba, Ubatuba (SP), 2014

DATUM SIRGAS 2000

FONTE DOS DADOS: Meteoritical Bulletin Database; Earth Impact Database; Wikipédia; Meteoritos, Crateras (2014).

MATERIAL CARTOGRÁFICO: IBGE



Para melhor visualização, escaneie o QR Code
ao lado ou clique no link:

<http://tinyurl.com/5k3mz33>



IBGE
Instituto Brasileiro
de Geografia e Estatística

Fonte: Mapa elaborado por Arlisson Cunha, a partir de dados atualizados pelo Autor.

Em 2017, foi encontrado o Meteorito Três Irmãos na Bahia. Um meteorito que pode ser considerado como um marco histórico e simbólico na ciência meteorítica brasileira, já que reuniu três importantes iniciativas de recuperação de meteoritos no país atual, que representam os principais protagonistas e respectivamente as instituições que se destacam no desenvolvimento dessa ciência no país, que são o Museu Nacional (RJ), o Museu Geológico da Bahia (BA) e agora o polo de São Paulo (SP), representando pela USP e UNICAMP. De certa forma, pode-se afirmar que esse meteorito pode representar simbolicamente o amadurecimento da comunidade científica brasileira relacionada à ciência meteorítica.

Em 2 de setembro de 2018, próximo da celebração do seu bicentenário, o Museu Nacional no Rio de Janeiro foi atingido por um incêndio de grandes proporções, capítulo infame no descaso ao patrimônio histórico nacional, no qual teve 99% do seu acervo destruído. E o que pouco sobrou dessa grande tragédia nacional, irreparável à nossa história, foram os poucos meteoritos representativos da coleção nacional do Setor de Meteoritos¹⁷², que incluía nesse caso, grandes meteoritos como o Bendegó, o Santa Luzia, o Pará de Minas e o Patos de Minas (octaedrito), e os raros Angra dos Reis e Ibitira.

No contexto da pandemia do Covid-19 ocorreram duas quedas no país que atraíram caçadores de meteoritos do Brasil e do mundo, o Santa Filomena, no sertão pernambucano em 19 de agosto de 2020 e o Tiros, no Triângulo Mineiro em 09 de novembro de 2020.

Se Éris foi o planeta da discórdia, no Brasil o Meteorito Santa Filomena pode ser denominado como o “Meteorito da Discórdia”. O meteorito atraiu caçadores de meteoritos estrangeiros e teve seu campo de dispersão estudado por Jim Goodall¹⁷³. As buscas pelo meteorito geraram indignação entre a comunidade local, os especialistas brasileiros e mesmo entre as lideranças políticas. A posse do meteorito gerou dois projetos de leis, que possuem perspectivas distintas acerca do destino que devem ter os meteoritos recuperados no país, ao mesmo tempo que, também se baseiam em pressupostos ideológicos que poderíamos definir como antagônicos. O projeto de Lei 4.471/20 de Alex Santana do PTD/BA possui uma mentalidade

¹⁷² Atualmente Felipe Abrahão Monteiro realiza uma pesquisa para reidentificação dos meteoritos recuperados junto aos escombros do Museu Nacional.

¹⁷³ Jim Goodall é um engenheiro de controles automotivos, apaixonado por física e fundador do Strewnify em 2019.

empreendedora e pró-científica, típica de países anglo-saxões como os EUA e que também é utilizada na França e no Marrocos¹⁷⁴. Já o projeto de Lei 4.529/20 de Wolney Queiroz do PTD/PE já se baseia em uma mentalidade autoritária e elitista que aniquila a iniciativa e favorece o crime, e é típica de países em desenvolvimento muito ricos em recursos minerais que foram colonizados por potências imperialistas, como o Brasil e a República Democrática do Congo. De acordo com Gounelle e Gounelle (2019), Modelli e Ortega (2020), Zurita (2020) e Al-Sinani e Chacko (2021), desde que houve a nacionalização de meteoritos no Omã, na Argentina, na Austrália e na África do Sul o número de meteoritos recuperados nesses países caíram, ao mesmo tempo que favoreceram o crime, como o descaminho, o contrabando e o tráfico ilícito de bens culturais. Figueiredo (2011) retratou bem a forma como a manutenção de uma mentalidade colonizada, liberal e anticientífica favoreceu os interesses dos grandes grupos estrangeiros e da elite política corrupta brasileira, gerando uma política em relação aos recursos nacionais, como o ouro, que não beneficiou o país a longo prazo. Nesse caso, ele se aproxima de Galeano (1971) em suas conclusões:

Ao longo de nosso processo histórico, os donos do poder têm dado, de sobra, provas de sua falta de imaginação política e de sua esterilidade cultural. No entanto, têm sabido montar uma gigantesca máquina do medo e fizeram contribuições de cunho próprio à técnica do extermínio de pessoas e de ideias (GALEANO, 1971: 199).

Uma confirmação dessa mentalidade é bem representativa quando se trata do patrimônio brasileiro, como o incêndio ocorrido no Museu Nacional. Por um lado, o Museu Nacional defende que os meteoritos devam ficar no Brasil, por outro, sabemos as condições precárias que passam as instituições brasileiras, que são reforçadas por discursos elitistas, anticientíficos e neoliberais. Aparentemente, o Brasil é o único país do mundo em que os seus museus pegam fogo¹⁷⁵. Motoyama (2004) descreve a História da Ciência brasileira marcada por contínuas práticas de sucateamento e de

¹⁷⁴ Ao contrário do que é dito, o Marrocos não possui nenhuma lei que regulamenta o comércio de espécimes mineralógicos, fósseis e meteoritos (MIDDLE EAST EYE, 2017). No entanto, os ofícios de caçadores de meteoritos, fósseis e minerais são práticas comuns realizadas pelos marroquinos, especialmente entre os nômades, e movimentam um mercado muito lucrativo e que é uma importante fonte de receitas para o país.

¹⁷⁵ O número de museus brasileiros que pegaram fogo na última década é imenso. O descaso com o nosso patrimônio histórico, científico e cultural não parecem ser de natureza fortuita ou casuística, mas sim de negligência, descaso, omissão e lesa-pátria. Alguns incêndios históricos de museus brasileiros podem ser enumerados como o Museu da Língua Portuguesa em 2015, o Museu Nacional em 2018, o Museu de História Natural da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) em 2020 e a Cinemateca em 2021.

desmonte que prejudicaram o país ao longo de sua história e que é um espectro que ainda assombra a comunidade científica.

Uma outra consequência da queda do Meteorito Santa Filomena, como reação à falta de legislação nacional, o estado de Pernambuco criou leis “nacionalizando” os meteoritos encontrados no estado.

Ao mesmo tempo que ocorriam as buscas pelo meteorito caído em Santa Filomena, outro meteorito valioso seria encontrado a menos de 10 km da cidade, e que estava em posse há décadas de um morador local, o meteorito Socorro. O meteorito foi extraviado do país, e atualmente encontra-se em posse de um proprietário anônimo. O Socorro é um raro meteorito marciano shergottita de 4,47 kg e foi vendido pelo morador local para o caçador de meteoritos norte-americano Michael Farmer.

O fato pode sugerir que muitos meteoritos brasileiros já são conhecidos e estão nas mãos de produtores rurais, a décadas ou séculos, e que ainda não se tornaram conhecidos pela ciência. Segundo o site Meteoríticas há estimativas de que cerca de cem meteoritos estejam em posse de seus descobridores e ainda não chegaram ao conhecimento da ciência. Essa constatação reforça a necessidade de uma política pública, divulgação científica e intervenção educacional que conscientizasse a comunidade da importância desses objetos para a ciência. De fato, nem tudo foi completamente esclarecido sobre os meteoritos e a ciência meteorítica e, de acordo com Smith et al. (2019), ainda existem inúmeras lacunas no estudo dos meteoritos (SMITH et al., 2019: 121). Um fato histórico, de acordo com Norton (1998), que poderia apoiar essa tese é a de que o maior caçador de meteoritos da história, Harvey H. Nininger localizou centenas de meteoritos individuais e milhares de amostras de meteoritos que estavam nas mãos de produtores rurais nos EUA nos Anos 1930 no contexto da Grande Depressão, época em que as famílias norte-americanas estavam empobrecidas pela crise econômica. Ivanova e Nazarov (2006) afirmam que o pioneiro em Meteorítica no século XIX na Rússia A. F. Göbel considerava a conscientização popular como um passo fundamental para a identificação, curadoria e salvaguarda dos meteoritos no seu país (IVANOVA e NAZAROV, 2006: 224).

Como afirma Oliveira (2019), as tragédias têm sido o *Geist* motivador da nação. Como uma fênix ressurgida das próprias cinzas, parece haver uma tentativa de recuperação – do irrecuperável – do antigo esplendor do maior museu brasileiro. O

incêndio gerou uma maior compreensão pública da necessidade de conservação do nosso patrimônio. Dado a isso, foi a tentativa de aquisição do terceiro maior meteorito brasileiro em 2021, o Meteorito Campinorte, e a compra do polêmico meteorito Santa Filomena em 2023. Para a compra do Meteorito Campinorte foi realizada uma “vaquinha”¹⁷⁶, que acabou levando o objeto para o Museu da Geodiversidade da UFRJ. Uma outra vaquinha foi realizada para a aquisição do Meteorito Nova Olinda em 2022. A necessidade de “vaquinhas” demonstra tanto o descaso histórico do país com seu patrimônio científico quanto a própria falta de uma política pública nacional de recuperação de meteoritos. E, certamente, a prática de organizar “vaquinhas” científicas parece ser unicamente restrita ao Brasil.

Um outro fator favorável que permite afirmar que existe uma maior conscientização dos brasileiros acerca dos meteoritos, é que houve um incremento na pesquisa brasileira relacionadas aos meteoritos nos últimos anos como mostram os estudos realizados por Gonçalves et al. (2019), Ornellas (2019), Monteiro (2019), Corvisier (2021), Nobre (2021) e Squeff (2021).

Em suma, após um panorama geral da história da Meteorítica brasileira, é possível esboçar uma síntese sobre o estado da arte dessa ciência no país, e identificar alguns de seus problemas específicos. De acordo com o *Meteoritical Bulletin Database* em 13/10/2023 o Brasil possuía 100 fichas catalogadas sobre meteoritos, *meteorwrongs* e crateras de impacto brasileiros. Desses 7 são crateras de impacto. Os outros 93 são meteoritos e *meteorwrongs*. Desses 6 são *meteorwrongs*, dos quais 3 tiveram quedas observadas e 3 foram achados. Assim, restam outros 87 meteoritos, porém dois desses meteoritos são considerados sinônimos: o Cacilândia e o Paranaíba e o Cratéus (1931) e o Pará de Minas. Dessa forma, o país recuperou o total de 85 meteoritos no período compreendido entre 1784-2023, sendo 31 quedas

¹⁷⁶ A vaquinha do Meteorito Campinorte possuía como meta alcançar 400 mil reais para a compra e o transporte do meteorito para o Museu da Geodiversidade da UFRJ no Rio de Janeiro. A vaquinha conseguiu reunir entre 12/12/2020 e 18/10/2022 o total de 95 doadores arrecadando o montante de R\$ 22.086,00. A vaquinha do Meteorito Nova Olinda em 2022, realizada no site *Kickante*, possuía como meta alcançar 50 mil reais. A vaquinha alcançou o montante de R\$ 3.252,00, apenas 7% do esperado na campanha.

e 54 achados. Em termos de classificação, 36 são condritos¹⁷⁷, 7 são acondritos¹⁷⁸, 41 são metálicos¹⁷⁹ e 1 é siderólito¹⁸⁰.

O mapa 2 traz o mapeamento das ocorrências de meteoritos caídos ou encontrados no Brasil entre 1784 a 2021, em ordem cronológica, descrevendo os 86 meteoritos brasileiros, considerando a sinonímia entre o Cacilândia e o Paranaíba e os meteoritos Cratheús (1931) e o Pará de Minas são detalhados na carta de forma independente.

É possível afirmar, que em sua maioria, os meteoritos brasileiros foram encontrados de forma aleatória, ou seja, não foram recuperados meteoritos a partir de iniciativas que utilizam métodos racionais, mesmo já existindo alguns programas de recuperação de meteoritos como o BRAMON, o EXOSS, o PROMETE e o Caça ao Curisco, que até agora, nenhum deles conseguiu recuperar nenhum meteorito no país. A única exceção corresponde ao meteorito Ibitira.

O número de meteoritos e crateras de impacto são pequenos quando comparado a outras nações, o que indica potencialidades para novas descobertas. Ao que tudo indica, parece que o país está prestes a viver um “boom” meteorítico. O número de novas descobertas tem aumentado recentemente graças à Web 2.0, às notícias na mídia, à divulgação científica e a projetos que fazem ampla utilização de apetrechos tecnológicos com a finalidade de recuperar meteoritos recém-caídos. Algumas notícias na imprensa brasileira também abundam sobre a temática. Existem inúmeros candidatos a meteoritos divulgados amplamente na imprensa como os casos de Dunas do Rosado (RN), Portelândia (GO), Vacaria (RS), Arvorezinha (RS) e Bataguassu (MS), etc. Esta pesquisa encontrou no portal *Jus Brasil* vários processos relacionados à meteoritos, que envolvem a posse de um meteorito e mesmo um tipo de estelionato, no qual podemos definir como “golpe do meteorito”. Também foi possível encontrar supostos meteoritos anunciados em classificados de inúmeros jornais, como o *Correio Braziliense*.

¹⁷⁷ Os condritos são o tipo mais comum de meteoritos existentes, e dos 36 condritos brasileiros, 26 foram recuperados a partir de quedas e 10 foram a partir de achados.

¹⁷⁸ Dos 7 acondritos brasileiros 2 são procedentes de Marte, 4 de Vesta e 1 é um acondrito primitivo. Os dois marcianos são o Governador Valadares e o Socorro, todos achados. Os 4 meteoritos provenientes de Vesta foram recuperados de quedas e são o Serra de Magé, o Ibitira, o Serra Pelada e o Tiros. O acondrito primitivo é o Angra dos Reis, e corresponde a uma queda.

¹⁷⁹ Todos os 41 sideritos brasileiros foram recuperados a partir de achados.

¹⁸⁰ O único siderólito brasileiro é o pallasito Quijingue, recuperado a partir de um achado.

MAPA 2 – MAPEAMENTO DAS OCORRÊNCIAS DE METEORITOS NO BRASIL DE 1784 A 2021



Legenda

Símbolo gráfico de representação

Municípios com ocorrências de meteoritos (por ordem cronológica):

- | | | | |
|---|---------------------------------------|---|---|
| 1 - Blendeó (BA), 1784 | 26 - Patrimônio (MG), 1950 | 51 - Laranjeiras do Sul (RS), 1985 | 76 - Pomerode (SP), 2015 |
| 2 - Macau (RN), 1836 | 27 - Aruanhaúeira (SP), 1952 | 52 - Blumenau (SC), 1986 | 77 - Nossa Senhora do Livramento (MT), 2016 |
| 3 - Angra dos Reis (Petrópolis) (RJ), 1869 | 28 - Palmas de Monte Alto (BA), 1954 | 53 - São Joaquim (RS), 1986 | 78 - Serra Pelada (PA), 2017 |
| 4 - Santa Bárbara (RS), 1873 | 29 - Puranáua / Caçilândia (MS), 1956 | 54 - Maria da Fé (MG), 1987 | 79 - Castanheira (RO), 2017 |
| 5 - Santa Catharina (SC), 1875 | 30 - Ibaiti (MG), 1957 | 55 - Igatiba (PA), 1989 | 80 - Três Irmãos (BA), 2017 |
| 6 - Ilapicuru-Mirim (MA), 1879 | 31 - Governador Valadares (MG), 1958 | 56 - Indianópolis (MG), 1989 | 81 - Montes Claros de Goiás (GO), 2018 |
| 7 - Pimenta (MG), 1888 | 32 - Itutinga (MG), 1960 | 57 - Campos Sales (CE), 1991 | 82 - Capão do Leão (RS), 2019 |
| 8 - Minas Gerais (MG), 1888 | 33 - São João Nepomuceno (MG), 1964 | 58 - Rio das Pinos (BA), 1991 | 83 - Santa Filomena (PE), 2020 |
| 9 - Uberaba (MG), 1903 | 34 - Ubá (MG), 1966 | 59 - Campinorte (GO), 1992 | 84 - Socorro (PE), 2020 |
| 10 - Sete Lagoas (MG), 1908 | 35 - São José do Rio Preto (SP), 1962 | 60 - Uruguaçu (GO), 1992 | 85 - Tiro (MG), 2020 |
| 11 - Caçapava do Sul (RS), 1908 | 36 - Verissimo (GO), 1965 | 61 - Minas Gerais (BI) (MG), 2001 | 86 - Concessão do Tocantins (TO), 2021 |
| 12 - Cratéus (1950) (CE), 1909 | 37 - Bocaiúva (MG), 1969 | 62 - Santa Vitória do Palmar (RS), 2003 | |
| 13 - Cratéus (1931) (CE), 1914 | 38 - Conquista (MG), 1965 | 63 - Hemengildó (RS), 2004 | |
| 14 - Barbacena (MG), 1918 | 39 - Parandubá (CE), 1967 | 64 - Porto Alegre (RS), 2005 | |
| 15 - Santa Lúcia de Goiás (GO), 1921 | 40 - Buritiúl (SP), 1967 | 65 - Vitoria da Conquista (BA), 2007 | |
| 16 - Piedade do Bagre (MG), 1922 | 41 - Nova Petrópolis (RS), 1967 | 66 - Cruz Alta (RS), 2008 | |
| 17 - Serra do Magé (PE), 1923 | 42 - Sanderlândia (GO), 1971 | 67 - Varre-Sai (RJ), 2010 | |
| 18 - Patos de Minas (Hexaedrite) (MG), 1925 | 43 - Manília (SP), 1971 | 68 - Sapopema (PR), 2010 | |
| 19 - Patos de Minas (Octaedrite) (MG), 2002 | 44 - Ipiranga (PR), 1972 | 69 - Santo Antônio do Descoberto (GO), 2011 | |
| 20 - Morro do Rocio (SC), 1928 | 45 - Bafua (MA), 1974 | 70 - Faina (GO), 2011 | |
| 21 - Pará de Minas (MG), 1934 | 46 - Igaraçá (PR), 1977 | 71 - Parauapebas (PA), 2013 | |
| 22 - Rio Negro (PR), 1934 | 47 - Augusto Pestana (RS), 1977 | 72 - Pontes e Lacerda (MT), 2013 | |
| 23 - Putinga (RS), 1937 | 48 - Itapurangs (GO), 1977 | 73 - Viçosa (PE), 2013 | |
| 24 - Maia (SC), 1941 | 49 - Paraícuti (MG), 1990 | 74 - Nova Olinda (PB), 2014 | |
| 25 - Casimiro de Abreu (RJ), 1947 | 50 - Quirimate (BA), 1994 | 75 - Araripe (TO), 2015 | |

DATUM SIRGAS 2000

FONTE DOS DADOS: Meteoritical Bulletin, Sonego et al., Zucconi et al.

MATERIAL CARTOGRAFICO: IBGE



Para melhor visualização,
acesse o QR Code ao lado
ou acesse o link:

https://drive.google.com/drive/u/0/folders/1C8EMzTfQ_a-KRa-YnZ8uPanzieEafs

Elaborado:



Fonte: Mapa elaborado por Arlisson Cunha, a partir de dados atualizados pelo Autor.

As principais obras relacionadas aos estudos sobre meteoritos e crateras de impacto no Brasil tratam do tema de maneira monográfica e individualizada, geralmente são restritas aos estudos responsáveis pela sua identificação e catalogação¹⁸¹, e assim pode-se afirmar que existem poucas obras que sintetizam esses dados e que foi verificado que é necessária uma pesquisa sobre o estado da arte. As obras fundamentais sobre estudos comparados¹⁸² e trazem uma compilação dos meteoritos brasileiros são a Buchwald (1975), Gomes e Keil (1980) e Scorzelli et al. (2010). O mesmo pode ser dito em relação às crateras de impacto. E sobre meteoros, *fireballs*, bólidos e eventos praticamente inexistem estudos científicos no país, mesmo reconhecendo o potencial que a história ou a astronomia forense possam desempenhar nesse resgate.

Reconhecemos a necessidade de realização de estudos geocronológicos sobre os meteoritos brasileiros e as suas quatro datações, especialmente a idade terrestre (*Terrestrial Age*) dos meteoritos, pois indicariam a data da queda desses objetos o que auxiliaria na reconstrução da história do próprio meteorito.

O tema também nunca foi especificamente estudado por um historiador. As obras sobre meteoritos brasileiros são “introduções” ou “breves resumos” sobre o problema, como as obras de Scorzelli et al. (2010), Zucolotto (2014) e Oliveira (2020). Da mesma forma, existem apenas duas obras escritas sobre as histórias específicas de alguns meteoritos brasileiros que são, a de Carvalho (2010) sobre o Meteorito Bendegó e de Ornellas (2021) sobre o Meteorito Santa Catarina. O Meteorito Bendegó é o meteorito brasileiro que possui o maior número de obras escritas e pesquisas relacionadas ao tema, como Carvalho (1995), Nunes (2009), Silva (2010), Dantas e Kubrusly (2014) e Braga (2018). A história dos meteoritos e da meteorítica brasileira ainda precisam de fato serem feitas.

Na verdade, nossa pesquisa tem indicado que existe um “método histórico” que pode auxiliar na recuperação de meteoritos e que existem inúmeros “eastern eggs”¹⁸³ meteoríticos no país, que precisam ser investigados. Existem inúmeras notícias na

¹⁸¹ As pesquisas muitas vezes são restritas a estudos iniciais de identificação de meteoritos, realizadas em parcerias com instituições internacionais, como a UFRJ-UCLA e a USP-UAb.

¹⁸² A pesquisa mostrou que existem muitos meteoritos que estão relacionados entre si e que as suas correlações não são tão conhecidas e precisam serem melhor investigadas. Entre os meteoritos relacionados estão Piedade do Bagre-Curvello; Santa Luzia-Indianópolis; Cratéus (1931)-Pará de Minas-Sapopema.

¹⁸³ A expressão em inglês “eastern egg” significa “ovo de páscoa” e denota um segredo escondido.

imprensa brasileira que tratam de fenômenos e eventos históricos ocorridos no passado, como meteoros, bólidos, incêndios, sismos, crateras, supostas quedas de aviões e “OVNIIs”, etc. Acreditamos que se existam pistas, e que se estes indícios sejam recorrentes e apoiados por vasta fonte testemunhal e documental, devam ser investigados. Também afirmamos que seja necessário um olhar empático sobre esses relatos, e não cétilo, pois defendemos que as testemunhas do passado possam ter testemunhado fenômenos ainda desconhecidos pela ciência, e que possam terem tido suas próprias interpretações sobre esses fatos.

Existem poucos estudos sobre a patrimonialização dos locais dos achados de meteoritos, mas defendemos que esses espaços possuem interesse histórico e científico. Talvez ainda seja cedo defender o seu tombamento, porém esses sítios ainda não foram plenamente identificados, estudados e podem trazer novas informações sobre os meteoritos ali encontrados.

Meteoritos brasileiros também apresentam inúmeros problemas relacionados ao processo de musealização. Como a maioria dos meteoritos são encontrados por pessoas comuns, uma prática habitual no país é que amostras dos meteoritos sejam utilizadas na identificação, e a massa principal permaneça nas mãos dos descobridores, o que favorece a prática do extravio, do descaminho, e com o passar do tempo, do próprio esquecimento desses objetos. Assim, foi possível constatar a existência de alguns meteoritos brasileiros catalogados e que se tornaram “perdidos”¹⁸⁴ e obscuros para a própria ciência.

Em suma, é preciso reconhecer que, dada a interdisciplinaridade do tema, o estudo dos meteoritos e da meteorítica possui uma certa complexidade intrínseca, e que para uma real compreensão global dos problemas da área ela deve ser encarada de uma perspectiva multidimensional considerando a ciência, a legislação, a política pública, o ensino, a educação patrimonial, a educação museal, a ética e o exercício da cidadania.

1.4 Fontes e historiografia sobre meteoritos

A meteorítica é uma ciência interdisciplinar e as obras sobre meteoritos são escritas por astrônomos, geólogos, químicos, historiadores, jornalistas, “aficionados”,

¹⁸⁴ Existem inúmeros casos de meteoritos perdidos e meteoritos obscuros no país, como o Veríssimo, do qual não se sabe quase nada a seu respeito, apenas da sua existência.

até mesmo por ufologistas. As únicas duas obras sobre a história geral dos meteoritos e da ciência meteorítica foram escritas pelo historiador “geral” John Burke (1986) e por historiadores da ciência na obra coletiva de G. J. H McCall, A. J. Bowden e R. J. Howarth (2006). Em relação ao Brasil, o tema em si, nunca foi trabalhado especificamente por um(a) historiador(a) “geral”. Porém, defendemos que seja possível a corporação dos historiadores escreverem sobre história de achados e quedas de meteoritos.

A História é produzida a partir de fontes, e de fato, existem fontes relativamente abundantes sobre a maioria dos meteoritos brasileiros. Em relação aos meteoritos brasileiros, foi possível identificar inúmeras fontes sobre meteoritos encontrados no país, porém estão dispersas e não receberam um tratamento sistemático. Da mesma forma, inexistem referenciais teóricos para o desenvolvimento específico do tema, e a separação entre história e história da ciência contribui para que a meteorítica não tenha tido um estudo historiográfico no país.

Inicialmente detalhamos as fontes que podem ser utilizadas em pesquisas históricas sobre meteoritos brasileiros e sugerimos algumas possibilidades metodológicas que podem auxiliar na operação historiográfica com finalidade de reconstrução dessas narrativas históricas. Um ponto de atenção deve ser levantado em relação aos meteoritos brasileiros. A “densidade” da história - ou melhor dizendo “micro-história” - de um meteorito pode ser variável, com meteoritos apenas identificados e que nunca mais foram vistos, e meteoritos que possuem histórias muito ricas.

Antes de iniciarmos a discussão sobre fontes e metodologia, é preciso debater um conceito que parece ser um consenso existente entre historiadores da ciência, historiadores da meteorítica e meteoriticistas sobre a percepção de que existem, de fato, certos meteoritos que podem ser definidos como “meteoritos históricos”¹⁸⁵. Foi constatada que nem todos meteoritos possuem uma abundância de fontes que poderiam auxiliar a contar suas histórias. Um exemplo são os meteoritos encontrados em grandes expedições nos desertos frios e quentes, que possuem histórias individuais menos ricas em comparação aos meteoritos encontrados a partir de quedas e de achados em áreas densamente povoadas e podem ter produzido

¹⁸⁵ Todos os meteoritos são históricos, porém existem alguns meteoritos que possuem um valor histórico intrínseco amplamente reconhecido pela comunidade.

discursos que possuem interesse antropológico ou etnológico. Nesse caso é importante lembrar que as quedas e os achados meteoríticos seguem certos padrões, que podem ser explorados na escrita das histórias sobre o tema.

Entre a tipologia das fontes identificadas podemos destacar inicialmente o *Meteoritical Bulletin*¹⁸⁶ que pode ser classificado como uma fonte primária para estudos históricos sobre os meteoritos. A partir dessa fonte primária é possível complementar essas informações a partir da literatura científica como obras científicas (o MetBase¹⁸⁷, monografias, dissertações, teses, artigos científicos, etc.)¹⁸⁸, os catálogos de meteoritos (uma prática comum entre colecionadores, sejam privados ou públicos), os relatos de viagens (sejam diários biográficos, relatos de expedições e relatórios de remoções), e as notícias divulgadas pela imprensa (seja nas notícias atuais encontradas na *internet* ou em portais da memória da imprensa nacional, como a Hemeroteca Digital Brasileira da Fundação Biblioteca Nacional que possui notícias que remontam ao século XIX, ou seja, ao início da imprensa no Brasil).

A pesquisa identificou um manancial de fontes muito ricas nas notícias encontradas na imprensa, já que notícias sobre meteoritos aparentemente vendem e atraem o público¹⁸⁹. As notícias sobre meteoritos trabalham com o emocional do público, e geralmente tendem a alimentar certas ideias preconcebidas sobre fortuna, como de pessoas que bamburraram após a queda ou achado de um meteorito. As notícias também podem ser sensacionalistas enfatizando crenças pseudocientíficas, como discos voadores, incêndios provocados por meteoros, etc. Zucolotto et al. (2013) realça os efeitos psicológicos causados nas pessoas que assistiram à queda de um meteoro:

¹⁸⁶ O *Meteoritical Bulletin* é uma ficha com o perfil do meteorito, com informações básicas como história; petrografia e sua classificação petrográfica; geoquímica e sua classificação geoquímica; classificação de acordo com o grau de intemperismo ou *Weathering Grade*; classificação de acordo com o grau de choque ou *Shock Stage*; localização. Também possui informações bibliográficas sobre as obras dos cientistas que os estudaram. É importante destacar que o *Meteoritical Bulletin strictu sensu* não é uma fonte primária, pois o registro de meteoritos no banco de dados só é realizado depois de várias pesquisas, geralmente de caráter geoquímico e petrográfico, que resultam na sua efetiva identificação, classificação e catalogação. Porém, na historiografia os dados assumem uma função de fonte primária, e possuem algumas informações essenciais sobre a história dos meteoritos. Os dados estão em inglês.

¹⁸⁷ O MetBase é um software com banco de dados sobre informações de meteoritos e bibliografia sobre meteoritos e ciência planetária.

¹⁸⁸ Alguns sites *wiki* podem ter informações não confiáveis sobre meteoritos, como o *Encyclopedia of Meteorites* e o *Mindat*.

¹⁸⁹ Um ponto importante a considerar é o porquê de os meteoritos atraírem jornalistas e não os historiadores. Será porque os jornalistas vendem suas histórias e nós historiadores apenas escrevemos histórias?

A queda de um meteorito é fantasticamente anunciada pela passagem de um bólido, sendo por vezes apavorante. Apesar de choverem telefonemas para a polícia, bombeiros, emissoras de rádio e TV anunciando o fato, infelizmente são poucas as pessoas que possuem a consciência de, ao assistirem à queda de um meteorito, sair em sua busca (...) (ZUCOLOTTO et al. 2013: 19).

O estudo sobre meteoritos também é inseparável dos seus locais de quedas e de achados, e os mapas antigos podem conter informações adicionais sobre os meteoritos. A comparação entre mapas históricos e mapas atuais podem trazer novas informações úteis para os pesquisadores que queiram reconstruir a história de um meteorito e identificar a localização exata dos sítios dos seus achados ou quedas.

Existem outros tipos de fontes inusuais que também podem ser utilizadas pelos(as) historiadores(as) como os certificados de autenticidade dos meteoritos, placas expositivas, marcos comemorativos, documentos de natureza jurídica como processos judiciais, topônimos curiosos¹⁹⁰, mitos, lendas, crenças folclóricas e obras literárias. Nesse caso existem fontes abundantes sobre certos meteoritos que devem ser analisadas em suas próprias metodologias.

As fontes iconográficas também devem ser investigadas, tanto pelo seu potencial estético, como também pelo seu papel didático e educativo. Entre as fontes iconográficas podemos destacar fotografias, ilustrações científicas, pinturas, etc. A fotografia possui enorme potencialidade de utilização como fonte histórica, já que de acordo com Franco (2019) “A fotografia (...), por conservar um registro visual do passado, se apresenta como uma referência por desencadear recordações, sendo verdadeiros fragmentos da memória, reconhecida por uma sociedade ou parcela dela” (FRANCO, 2019: 99). Diante disso, reconhecemos o potencial de buscadores e das redes sociais, como o *Google*, o *Facebook*, o *Twitter* e o *Instagram*, para encontro de fotografias de meteoritos. As imagens podem ser úteis para desmitificar certas concepções errôneas sobre os meteoritos. A pesquisa iconográfica sobre os meteoritos brasileiros, é de suma importância, pois podem auxiliar na identificação dessas peças únicas, muitas delas extraviadas. A pesquisa nas redes sociais encontrou fotografias e postagens de supostos meteoritos em mãos de cidadãos

¹⁹⁰ Alguns topônimos podem sugerir eventos meteoríticos, meteoritos enterrados no solo e formação de crateras de impacto ocorridos no passado e que ficaram registrados na memória coletiva por gerações e que podem trazer futuras descobertas, especialmente serras (Serra Sellada, Serra do Estrondo), poços (Poço da Roda, Poço do Boi de Ouro), cachoeiras (Cachoeira do Ferro Doido), etc. Topônimos associados ao ouro, à mãe do ouro, ao ferro, ao fogo, à explosão, ao barulho, ao diabo e ao inferno podem ser pistas que indicam sítios meteoríticos potenciais.

brasileiros, o que pode indicar que muitos meteoritos brasileiros já são conhecidos, mas encontram-se guardados como troféus pelos seus descobridores e possuidores.

Uma outra tipologia de fonte que pode ser utilizada para reconstruir a história de meteoritos são os relatos orais das testemunhas. No entanto, o uso da História Oral apresenta algumas ressalvas, como os problemas relacionados à privacidade e à disponibilidade dessas testemunhas. Reconhecemos que pode servir de suplementação para a investigação da história no caso de meteoritos que tenham caído ou descobertos recentemente, no qual as testemunhas ainda possam explorar a memória dos fatos e que podem agregar densidade a esses fatos históricos. Como exemplo, Nicolini (2021) cita a persistência do relato da queda do Meteorito Putinga, ocorrida em 1937 no Rio Grande do Sul, na memória das testemunhas e de seus descendentes (NICOLINI, 2021: 171-173).

Outro problema está relacionado à posse dos meteoritos. Ao contrário do que pensamos, uma parte considerável dos meteoritos brasileiros catalogados está em posse dos seus descobridores, às vezes guardados a sete-chaves. Como afirma Alberti (2013), a metodologia de história oral passa por algumas etapas, como autorização para entrevista. Nesse caso pode-se admitir que possa haver uma certa desconfiança nos descobridores de meteoritos e mesmo recusa em darem entrevista e revelarem certas informações privilegiadas consideradas secretas. Outra constatação que reforça nosso argumento é o fato de que parece existir uma rede de negociações envolvendo meteoritos no país e no mundo, do qual os casos envolvendo os meteoritos Campinorte e Santa Filomena são bem ilustrativos.

Em relação à metodologia que pode ser utilizada na escrita historiográfica sobre meteoritos podemos elencar aquelas relacionadas diretamente com o tratamento das fontes, como a História da Ciência, a História a partir da Imprensa e a História Oral, e aquelas relacionadas ao modo de como é possível trabalhar com as fontes e pela qual sejam capazes de enriquecer essas histórias, e aqui destacamos a Micro-História, a História Vista de Baixo e a História Local. Na verdade, é possível articular tais metodologias para alcançar um resultado mais satisfatório relacionado a operação historiográfica relacionado a escrita de histórias sobre os meteoritos.

O primeiro refere-se a pensar os meteoritos a partir da História da Ciência, admitindo as possibilidades de diálogo entre Ciência e outras formas experenciais humanas, como o senso comum, a religião, a mitologia e o folclore.

É possível pensar as micro-histórias de achados e quedas de meteoritos como uma história vista de baixo. Em sua maioria, os meteoritos são encontrados por pessoas simples, como boiadeiros, garimpeiros, caipiras e caiçaras, que possuem interesses complexos e conflitantes, geralmente pecuniários, que não são muito diferentes das classes mais abastadas. Essas pessoas, quando encontram um meteorito, acreditam possuir em mãos verdadeiros troféus, que valem muito dinheiro, e que as tornaram as pessoas mais sortudas do mundo, e futuros milionários. Os garimpeiros são um exemplo de um grupo social que possuem uma péssima imagem reconhecidas amplamente pela a maioria da sociedade, especialmente entre os cientistas, que esquecem o seu importante papel como pioneiros na identificação de riquezas minerais. Do ponto de vista sociológico, os garimpeiros são trabalhadores que trabalham para a sua própria subsistência, e contaminados ou não pela “febre do ouro”, geralmente vivem do que obtém. E, logicamente, não possuem apego aos seus achados, “passando nos cobres”, ou seja, os vendendo a qualquer preço que lhes sejam oferecidos. E o interesse dos garimpeiros que sonham no garimpo com bamburros¹⁹¹, não é muito diferente, dos governos e das empresas que também querem sua quota, e que utilizam de suas armas para impedirem a atividade econômica, e uma delas é exatamente, a criminalização do garimpo e a própria comercialização de meteoritos.

Como classes subalternas, sem lugar de fala, é preciso pensar nessas histórias como história de gente simples que sonha em ficar rico, mas que no final acabam nem mesmo sendo uma nota de rodapé¹⁹². Escrever sobre a história de meteoritos considerando a contribuição das pessoas simples é permitir que eles possam ter o seu lugar de fala, como afirma Ribeiro (2021).

É possível afirmar que a perspectiva da história vista de baixo está na raiz da própria ciência meteorítica, já que, de fato Ernst Chaldni (1794) foi o primeiro a dar credibilidade aos relatos do povo, e com isso foi o responsável por uma verdadeira revolução científica na meteorologia clássica, fundando uma nova ciência, a

¹⁹¹ Assim como existe a “febre do ouro” também existe os “sonhos com bamburros” entre os garimpeiros que estão em uma lavra. A ciência já conhece o mecanismo conhecido como “incubação de sonhos”, e é possível que a ideia fixa de encontrar um tesouro no garimpo, seja o responsável por esse grande mistério sapiencial.

¹⁹² Por outro lado, sabemos que a ciência pode também ser utilizada de forma inescrupulosa e que ao longo da história muitos indivíduos realizaram inúmeras trapaças, que geralmente poucos reconhecem, como o plágio; o roubo de direitos autorais de saberes de comunidades tradicionais como indígenas e quilombolas; o Efeito Matilda; o Efeito Mateus; etc.

meteorítica. Nesse ponto as ciências naturais anteciparam-se às próprias ciências humanas em cerca de cem anos. Os conhecimentos populares foram ignorados por milênios no Ocidente. Hoje sabemos que muitos desses saberes revolucionaram a Ciência, e seus campos específicos. Na mesma época que Ernst Chaldni publicava sua obra revolucionária na meteorítica, o médico Edward Jenner confiou no saber empírico de uma ordenhadeira de vacas inglesa para criar a primeira vacina. O naturalista Charles Darwin inicia a sua obra revolucionária na biologia, *A Origem das Espécies*, destacando o saber milenar utilizado pelos produtores rurais no manejo do gado, a seleção artificial, para inspirar-se para explicar a evolução das espécies por mecanismo semelhante, a seleção natural. E entre outras tantas contribuições anônimas na ciência, também destacamos os conhecimentos empíricos dos pescadores equatorianos, peruanos e chilenos que identificaram a existência do fenômeno meteorológico El Niño, e seus efeitos no clima e na biosfera. As ciências humanas só dariam crédito aos anônimos do povo, com William John Thoms, em 1846, pioneiro e cunhador do termo folclore.

A operação historiográfica sobre meteoritos deve ser pensada como micro-história. Nesse caso propomos uma aproximação com os principais paradigmas metodológicos da micro-história italiana, que de acordo com Rojas (2012) são “(...) o paradigma do procedimento micro-histórico de mudança de escala; (...) o paradigma indiciário; finalmente, em combinação com o paradigma de análise exaustiva e intensiva, a análise intensiva do universo micro-histórico escolhido” (ROJAS, 2012: 65).

Nesse caso, Rojas (2012) também defende o paradigma da mudança de escala, como uma operação historiográfica que pode ser útil para uma análise que integre o nível macro-histórico e micro-histórico (ROJAS, 2012: 73). Segundo Vainfas (2002) a micro-história é uma história singular no qual os seus protagonistas são pessoas anônimas: “(...) na micro-história, por seu turno, os recortes privilegiados foram sempre minúsculos: a história dos indivíduos, comunidades, pequenos enredos construídos a partir de tramas aparentemente banais, envolvendo gente comum” (VAINFAS, 2002: 106). As quedas e os achados de meteoritos são fatos aleatórios, muitas vezes não se conectando com outras histórias de meteoritos, que só fazem sentido para a ciência, às vezes não fazem sentido algum para as próprias comunidades envolvidas.

Nesse ponto, História Local e História da Ciência podem se articular. D'Ambrosio (2004) destaca a importância de se pensar a contribuição local, mesmo quando pode ser considerada insignificante, mas que assume relevância para a comunidade local:

Nota-se o mesmo nos demais países periféricos e nas populações marginalizadas dos países centrais. A atenção dada às contribuições dos locais tem sido quase nenhuma. Embora a sua produção tenha sido muitas vezes insignificante, defasada e até mesmo equivocada quando comparada com aquela dos países centrais e das classes dominantes, é importante estimular pesquisa sobre fatos e personagens que tiveram, num certo momento, grande importância e repercussão entre seus pares e sua comunidade. Assim como as ações do presente, em particular a pesquisa científica e tecnológica, devem focalizar prioridades locais, mesmo que muitas vezes essas prioridades não se situem nas fronteiras do conhecimento, a pesquisa histórica também deve ser dirigida a fatos e personagens de interesse local (D'AMBROSIO, 2004: 181).

Na nossa proposta metodológica propomos a Integração entre local e global, para refletirmos sobre como o local, as pessoas comuns e as comunidades contribuem para a construção global da Ciência, ou seja, para que assim possamos relembrar que a História da Ciência também possui sua contribuição anônima e raízes nos saberes populares de diversas comunidades humanas.

Uma outra constatação é a de que a história de muitos meteoritos se refere mais a histórias privadas e que essas histórias são pouco conhecidas dentro de suas próprias comunidades. Talvez seja interessante tornar essas histórias conhecidas, ou públicas. E reconhecemos que existe um certo potencial para as comunidades locais explorarem essas histórias locais.

Algumas cidades brasileiras e de todo mundo possuem suas histórias conectadas com eventos cósmicos, formações geológicas únicas, monumentos naturais, sítios paleontológicos e arqueológicos, minas exclusivas¹⁹³. A própria economia da cidade pode ser movimentada pela exploração econômica ou científica de meteoritos, fósseis, pedras preciosas, sítios arqueológicos. O que verificamos é que os historiadores muitas vezes ficam restritos à história política da cidade, o que prejudica a construção de uma consciência histórica, de uma cultura histórica e da própria identidade local.

¹⁹³ Desse modo, é impensável escrever a história de algumas cidades brasileiras sem reconhecer o seu passado ligado à objetos e sítios científicos e econômicos, como por exemplo, Uberaba (MG) e os seus fósseis; Sousa (PB) e as suas pegadas de dinossauros; Jacobina (BA) e Rio de Contas (BA) e os seus carbonados; Ouro Preto (MG) e os seus topázios imperiais; Iguaçu (PR) e Guairá (PR) e as suas cataratas; Araxá (MG) e Caldas Novas (GO) e suas águas terapêuticas e termais; etc.

Em suma escrever sobre alguns meteoritos brasileiros pode ser um verdadeiro desafio para os historiadores e, como Ginzburg (1990) afirma, é preciso analisar todos os Indícios que possam auxiliar na operação historiográfica. Nesse ponto o historiador se aproxima de um verdadeiro detetive, ao investigar todas as pistas possíveis.

Nossas sugestões não esgotam o tema e reconhecemos que outras abordagens também são possíveis. A História Cultural, a História das Mentalidades, a História das Representações, a História do Imaginário, a História Pública e a História Ambiental também podem fornecer excelentes caminhos na escrita historiográfica sobre meteoritos.

Como sugestões enumeramos alguns meteoritos brasileiros que parecem possuir histórias muito ricas, que precisam ser contadas. Os meteoritos Nova Petrópolis (RS), Serra de Magé (PE), Casimiro de Abreu (RJ), Hermenegildo (RS), Pará de Minas (MG), Paranaíba (MS) e Uberaba (MG) possuem histórias pitorescas relacionadas à forma como as pessoas interpretaram o fenômeno meteorítico e a sua interação com a cultura e o meio ambiente. Já os meteoritos Bocaiúva (MG), Buritizal (SP), Santa Luzia (GO), Itapuranga (GO), Putinga (RS), Três Irmãos (BA), Angra dos Reis (RJ), Santa Filomena (PE), Ipiranga (PR), Ibitira (MG) e Serra Pelada (PA) podem ser denominados como verdadeiros “meteoritos históricos” brasileiros, que possuem histórias muito ricas e intrigantes que podem ajudar a contar a história da ciência brasileira e da meteorítica.

CAPÍTULO 2

PATRIMONIALIZAÇÃO E MUSEALIZAÇÃO DE METEORITOS, OBJETOS RELACIONADOS AOS METEORITOS E SÍTIOS DE INTERESSE CIENTÍFICO E HISTÓRICO

2.1 Patrimônio meteorítico

Os meteoritos são inseparáveis dos seus locais de impacto, seja na queda, na explosão ou no processo de crateramento. Os locais podem gerar meteoritos ou sítios de interesse científico e histórico. Embora a queda de meteoritos seja um fenômeno raro, ela tem sido observada pelos seres humanos desde a noite dos tempos e esses objetos e seus sítios têm sido interpretados e manipulados conferindo a eles um interesse antropológico. O patrimônio meteorítico pode ser de natureza material ou imaterial. O patrimônio meteorítico material refere-se aos sítios relacionados ao meteorito, bem como o próprio meteorito exposto *in situ*. O patrimônio meteorítico imaterial refere-se aos próprios meteoritos e aos objetos naturais e da cultura material a eles relacionados, que são muito ricos em concepções, sentidos e significados de natureza antropológica e etnológica.

2.1.1 Patrimônio material: possibilidades e processo de patrimonialização de sítios relacionados à fenômenos meteoríticos

Os meteoritos e os fenômenos meteoríticos associados, como quedas, achados, eventos e formação de crateras de impacto tornam o fenômeno e o objeto inseparáveis de seus sítios, que possuem interesse científico e histórico. Os sítios de interesse científico e histórico relacionados aos meteoritos são os locais relacionados à observação, às quedas, a eventos e a achados meteoríticos, que podem ser enumerados como os locais de observação astronômica, os meteoritos gigantes expostos *in situ*, as crateras de impacto, os “buracos” onde foram encontrados meteoritos enterrados ou parcialmente enterrados, os campos de dispersão, as construções humanas de natureza comemorativa e ou apotropaica, como as fazendas atingidas e construções erigidas como local de culto ou devoção popular. Inicialmente, já consideramos esses sítios como locais que deveriam ser preservados e conservados, bem como propomos discutir as iniciativas de patrimonialização e a legislação que protege esses locais, especialmente no Brasil.

Os primeiros sítios de interesse científico e histórico¹⁹⁴ são os locais a céu aberto com condições meteorológicas, atmosféricas e luminosidade ideais para a observação celeste, seja dos astros, da Via-Láctea, de meteoros e fenômenos meteóricos e cometários relacionados como a Luz Zodiacial e o *Gegenschein*.

Outro tipo de sítio relacionado aos meteoritos são os meteoritos gigantes de grandes dimensões expostos *in situ*, como o Hoba e o Gibeon na Namíbia; o Mbosi na Tanzânia; e os meteoritos El Chaco e Gancedo, que juntos com as crateras de impacto e o campo de dispersão, formam um dos maiores sítios meteoríticos do planeta, o *Campo del Cielo*, localizados nas províncias de Santiago del Estero e Chaco na Argentina. De acordo com Villar e Asato (2008), o *Campo del Cielo* é um dos maiores bólidos caídos na Terra, e possuía cerca de 1.000 toneladas de massa que se fragmentaram em inúmeros meteoritos. Conhecido desde o período colonial como *Mesón de Fierro*, o *Campo del Cielo* possui seis mil anos de história e mostrou ser um campo inesgotável de meteoritos, encontrados enterrados no subsolo como os meteoritos gigantes, Otumpa¹⁹⁵, El Chaco e Gancedo, que atualmente compõem o *Parque Científico y Educativo “Campo del Cielo”*, na Argentina.

A exposição de grandes meteoritos *in situ* só é possível em áreas desérticas ou estepárias adequadas, como a Namíbia, a Tanzânia e a Argentina. Os meteoritos, quando na Terra, são objetos sujeitos ao intemperismo, à erosão e à oxidação. Svisero et al. (1980) cita a limonitização do Hoba que teve uma redução de sua massa original de 90 t para 60 t em poucos milhares de anos (SVISERO et al., 1980: 24). No caso do Brasil, devido à predominância do domínio morfoclimático tropical, a prática pode ser considerada inapropriada. Já Braga (2018) cita a necessidade do retorno do Bendegó para o sertão baiano como uma “reparação histórica” às comunidades sertanejas afetadas pela remoção do meteorito, o que não poderia ser uma boa ideia em um clima desfavorável como o do local (BRAGA, 2018: 160).

As crateras de impacto são os sítios meteoríticos mais conhecidos. Atualmente o *Earth Impact Database* (EIDB) reconhece a existência de 190 crateras de impacto em todo o planeta. Entre as maiores crateras encontram-se a Vredefort e Morokweng (África do Sul), Tookoonooka (Austrália), Chucxulub (México), Sudburry, Manicouagan

¹⁹⁴ Talvez o termo “histórico” se refere ao avanço irreversível da poluição visual no planeta, e a dificuldade cada vez maior de se observar o céu noturno.

¹⁹⁵ O Otumpa pode ser denominado como “Meteorito da Independência” já que foi dado de presente pelos argentinos aos britânicos em retribuição da ajuda do Reino Unido na guerra de independência da Argentina contra a Espanha no início do século XIX (MARVIN, 2006: 58).

e Charlevoix (Canadá), Popigai e Kara (Rússia), Siljanringen (Suécia), Chesapeake Bay e Beaverhead (EUA), Karakul (Tadjiquistão), etc. As crateras de impacto podem ser locais de interesse histórico, científico, astronômico e geológico. Como por exemplo, a cratera de Chucxulub, localizada no Golfo do México e na Península de Yucatã, além de interesse científico, também possui interesse histórico, pois na parte continental emersa da cratera encontra-se o “Anel de Cenotes”, locais de culto para os antigos maias do istmo centro-americano.

Existem um tipo especial de crateras que estão relacionadas aos campos de dispersão de tectitos. De acordo com McCall (2006), os tectitos são rochas formadas pelo impacto de corpos celestes na Terra. Os quatro campos de dispersão de tectitos localizam-se na América do Norte, na Europa, na África e na Ásia-Oceania. A Cratera Chesapeake Bay está relacionada aos tectitos norte-americanos, denominados bediasitos e georgiaítos. A Cratera Nördlingen Ries ou Ries-Kessel¹⁹⁶, na Alemanha, é a cratera que originou os tectitos europeus, denominados moldavitos, e possui uma peculiaridade histórica já que a cidade medieval de Nördlingen foi construída dentro da cratera, constituindo uma dupla muralha de proteção. A cratera Bosumiwi, em Gana, está associada aos ivoritos encontrados na Costa do Marfim na África. E por fim, o maior campo de dispersão de tectitos no mundo, que se espalha pelo Sudeste da Ásia e Austrália, originando os indochinitos, tailanditos, malasianitos, billitonitos, javanitos, filipinitos, rizalitos, queenstownito e australitos, não possuem nenhuma cratera de impacto relacionada conhecida (McCall, 2006: 475-476)¹⁹⁷.

De certo modo, o *Crater Studies* é uma área recente de estudos científicos. No início do século XX foram realizados os estudos pioneiros na área, mas foi com o advento da Era Espacial e da compreensão do funcionamento do mecanismo da tectônica de placas que foi possível identificar crateras e a sua origem meteorítica. Nas últimas décadas, as discussões científicas sobre os astroproblemas passaram para as iniciativas de inventariação, patrimonialização e o reconhecimento do potencial turístico e educativo dessas estruturas, inclusive no Brasil. No entanto, o tema ainda é pouco explorado na academia e inexiste infraestrutura instalada e exploração econômica, turística, científica e educacional desses espaços no Brasil atual.

¹⁹⁶ O astroproblema alemão Ries-Kessel é junto com a crateras brasileiras de Araguainha (MT/GO), Colônia (SP) e Vargeão (SC) as únicas quatro estruturas de impacto habitadas pelo ser humano.

¹⁹⁷ A cratera de impacto dos tectitos encontrados no Sudeste da Ásia e Austrália provavelmente encontra-se no fundo do Oceano Índico.

Em oposição aos sítios de grandes crateras existem sítios de múltiplas pequenas crateras e “buracos” que possuem interesse histórico e científico, como Sikhote-Alin na Rússia e o Morasko na Polônia. A diferença entre buracos e astroblemas não é muito clara, porém, de acordo com French (1998), os astroblemas são formados por impactos de corpos celestes que provocam metamorfismo de impacto ou de choque na estrutura geológica atingida (FRENCH, 1998: 36). O termo “buraco” parece ser o mais utilitário para definir pequenas crateras de impacto ou locais de queda de meteoritos. Os buracos podem ser entendidos como os locais onde se encontraram meteoritos, sejam no solo, parcialmente ou totalmente enterrados. Krinov (1966) faz uma diferenciação entre crateras e buracos encontrados em sítios meteoríticos (KRINOV, 1966: 328). O Sikhote-Alin formou mais de cem buracos e pequenas crateras. O sítio Morasko na Polônia possui sete crateras de impacto conhecidas, e atualmente fazem parte de uma reserva natural tombada como patrimônio nacional polonês, a *Morasko Meteorite Nature Reserve*. No Brasil há evidências incontestáveis de buracos formados por achados e quedas de meteoritos, como por exemplo o Meteorito Conquista (MG), o Santa Luzia (GO), o Meteorito Campinorte (GO) e o Meteorito Balsas (MA). De acordo com Scorzelli et al. (2010), as condições do achado do Meteorito Maria da Fé estão relacionadas à buracos e a um possível campo de dispersão, que foi destruído por máquinas agrícolas (SCORZELLI et al., 2010: 65). O local do achado do Santa Luzia de Goyaz localiza-se em uma área urbanizada em Luziânia, no Entorno de Brasília, o que pode indicar que está atualmente ameaçada, caso ainda exista o sítio.

O campo de dispersão forma-se a partir da fragmentação de um meteorito e, de acordo com Zucolotto et al. (2013), “os diversos fragmentos continuam seguindo a trajetória do bólido e caem na superfície terrestre se distribuindo sobre uma área elíptica atingindo até vários km², chamada elipse de dispersão” (ZUCOLOTTO et al. 2013: 22). Segundo o *Meteoritical Bulletin Database*, apenas 37 meteoritos possuem campo de dispersão conhecidos no mundo, ou seja, que foram estudados e bem documentados pela ciência¹⁹⁸. O estudo dos campos de dispersão corresponde a uma das áreas menos estudadas em Meteorítica.

¹⁹⁸ Esses campos de dispersão são: o Cape York (1818) na Groenlândia; o Tagish Lake (2000) no Canadá; o Sutter's Mill (2012), o Park Forest (2003), o Johnstown (1924) e o Homestead (1875) nos Estados Unidos da América; o Allende (1969) no México; o Campo del Cielo (1576) na Argentina; o Moss (2006) na Noruega; o Toulouse (1812), o Orgueil (1864), o Draveil (2011), o Agen (1814), o Aire-sur-la-Lys (1769), o Alais (1806), o Angers (1822), o Ausson (1858), o Charsonville (1810) e o Saint-

No Brasil, de acordo com Zucolotto et al. (2013), inexistem estudos sobre campos de dispersão de meteoritos encontrados no país. Porém, existem meteoritos que geraram campos de dispersão a partir de quedas, como o Macau, o Marília, o Ipiranga e o Putinga; e de achados, como o Urucuá, o Maria da Fé e o Patos de Minas (octaedrito).

Um outro tipo de sítio associados aos meteoritos são os marcos e monumentos de natureza comemorativa ou de natureza apotropaica erigidos nos locais das quedas e dos achados, especialmente das quedas aterrorizantes testemunhadas pelo povo. Historicamente, as quedas de meteoritos em muitas culturas foram associadas à fortuna ou ao infortúnio. Os monumentos de natureza apotropaica são aqueles considerados como de má-sorte, desgraça e infortúnio e tornaram-se locais iinusuais para culto religioso. Ivanova e Nazarov (2006) citam o caso de Grande Ustyug em 1290 e a igreja construída na vila de Olbovo no local da queda do meteorito (IVANOVA & NAZAROV, 2006: 220-221). O local acabou caindo no esquecimento com o passar do tempo e a memória popular do fato foi se perdendo, a ponto de tornar o local esquecido, que se somou com a política ateísta do período soviético que pode ter contribuído para o obliteramento.

No Brasil, também há relatos de quedas de meteoritos que foram considerados como locais consagrados ou amaldiçoados. Para evitar a ira divina, muitos populares devotos colocaram cruzes, edificaram altares e pequenas capelas em sinal de proteção divina contra o sinal celeste considerado de mau agouro. A queda em Uberaba, Minas Gerais, em 1903 e em Paranaíba / Cacilândia, sul de Mato Grosso, em 1956 foram locais de romarias e procissões religiosas. Em Paranaíba, Amaral (1962) descreve que “foi com dificuldade que o Sr. Massuia conseguiu uma amostra, pois, o pessoal da região tem uma certa adoração mística pela pedra caída do céu, acreditando influência benéfica no controle das chuvas” (AMARAL, 1962: 6). O fato é

Pierre-Le-Viger (2023) na França; o Twannberg (1984) na Suíça; o Villalbeto de la Peña (2004) e o Puerto Lápice (2007) na Espanha; o Košice (2010) na Eslováquia; o Novo Mesto (2020) na Eslovênia; o Chelyabinsk (2013) na Rússia; o Ksar El Goraane (2018) no Marrocos; o Beni M'hira (2001) na Tunísia; o Almahata Sitta (2008) no Sudão; o Motopi Pan (2018) na Botsuana; o Wabar (1863) na Arábia Saudita; o Ramlat Fasad 517 (2017) e o Dhofar 2115 (2018) no Omã; o Dhajala (1976) na Índia; o Aletai (1898) na China; e o Murchison (1969) e Mundrabilla (1911) na Austrália. Os dados do *Meteoritical Bulletin* podem estar desatualizados, pois o L'Aigle, o Sikhote-Alin e o Gibeon possuem os seus campos de dispersão estudados. O Gibeon é o maior campo de dispersão conhecido com 390 km x 120 km.

que não se sabe se esses locais ainda existem, e se ainda são alvo de culto pelas comunidades locais.

Em relação à edificação de marcos ou monumentos comemorativos associados à queda ou à achados de meteoritos, Carvalho (2010) e Marvin (2006) identificaram os marcos do Bendegó (Brasil), Krasnoyarsk (Rússia)¹⁹⁹ e Wold Cottage (Inglaterra, Reino Unido). Além desses também existem monumentos em Casimiro de Abreu (Brasil), Sylacauga (Alabama, EUA), Barwell²⁰⁰ (Inglaterra, Reino Unido), Tarn-et-Garonne (França)²⁰¹ e Morávka (República Tcheca). A prática de construir monumentos comemorativos em memória aos meteoritos parece não ser uma prática muito comum no mundo, restrita aos ocidentais, especialmente entre os ingleses, os franceses, os russos, os tchecos, os norte-americanos²⁰² e os brasileiros.

Os britânicos edificaram monumentos comemorativos em Wold Cottage e Barwell. Em Wold Cottage, Edward Topham edificou um marco com uma placa comemorativa em 1799 no qual foi inscrito: “Aqui neste local, 13, Dez. 1795 caiu da atmosfera UMA PEDRA EXTRAORDINÁRIA em largura 28 polegadas em comprimento 36 polegadas e que pesava 56 libras. Esta coluna, em memória disso foi erguida por Edward Topham 1799” (GREGORY, 2020: 22).²⁰³ Em Barwell também foi colocado uma réplica do meteorito que é considerado o maior caído nas Ilhas Britânicas.

Ao que tudo indica, possivelmente o Meteorito Bendegó é o único meteorito no mundo que possui dois marcos comemorativos ligados à sua remoção histórica. O Obelisco de Dom Pedro II, localizado em Monte Santo e inaugurado no dia 07/09/1887 em comemoração do 65^a ano da Independência do Brasil, e o Marco Barão de Guahy, localizado na Estação de Jacuricy, em Jacuricy, atual distrito de Itiúba. Os dois monumentos foram destruídos pelo povo no final do século XIX, em consequências dos efeitos da Grande Seca, na tentativa desesperada de recuperar a pedra

¹⁹⁹ De fato, o marco comemorativo do meteorito Krasnoyarsk, foi edificado em 1980, na URSS.

²⁰⁰ O Barwell é conhecido como “*Christmas Meteorite*” ou “Meteorito de Natal”, pois caiu na Inglaterra em Barwell, Leicester, Leicestershire, Reino Unido no dia 24 de dezembro de 1965.

²⁰¹ Em Tarn-et-Garonne (França) foi edificado um monumento em homenagem a queda do meteorito Orgueil, caído em 1864.

²⁰² Nos EUA existe um monumento fúnebre que evoca um meteorito construído em honra ao meteoritista Henry A. Ward na Universidade de Rochester, localizada em Rochester, Nova York.

²⁰³ “Here On this Spot, Dec^r. 13th, 1795 Fell from the Atmosphere AN EXTRAORDINARY STONE In Breadth 28 inches In Length 36 inches and Whose Weight was 56 pounds. THIS COLUMN In Memory of it Was erected by EDWARD TOPHAM 1799” (GREGORY, 2020: 22).

supostamente enterrada no solo e que se acreditavam que atraía chuva para o sertão. Porém, somente o Marco Barão de Guahy foi reconstruído novamente.

Também é importante mencionar, que no Brasil é uma prática comum a edificação de marcos comemorativos e mesmo pequenos museus locais relacionados a eventos astronômicos importantes para a ciência e para as comunidades locais, como os eclipses solares totais, que culminaram na construção de um monumento comemorativo do Eclipse de 20/05/1947 em Bocaiúva (MG) e um museu do Eclipse de 29/05/1919 em Sobral (CE)²⁰⁴.

Uma última possibilidade de local associado aos meteoritos que podem ter interesse histórico ou científico são os sítios ou as fazendas associadas às quedas ou aos achados de meteoritos. Aparentemente não há precedente relacionado ao tema. Por outro lado, existe interesse comercial e museológico relacionado às partes da construção de uma residência rural, ou mesmo urbana, atingidas por um meteorito, como é o caso de telhas, piso, mobiliário, etc. Esses materiais estão associados a um tipo específico de meteorito comercializado no mercado de meteoritos, o chamado meteorito *hammer*²⁰⁵, e que possui valor patrimonial, museológico e pecuniário. Em suma, reconhecemos um certo potencial dessas fazendas, em nível local, como espaços que poderiam eventualmente serem demarcados, e quem sabe locais futuros de visitação.

As políticas internacionais e nacionais de preservação e conservação do patrimônio natural, cultural ou misto, seja de natureza material ou imaterial, possuem iniciativas, instituições e legislações diferentes, porém podem se articular entre si e complementar as iniciativas pensando em espaços naturais, antrópicos ou mistos, com enorme potencial de serem preservados, conservados, explorados economicamente, de forma sustentável e rentável para as comunidades diretamente envolvidas e aos usuários desses espaços.

Apesar de tudo, as instituições globais ou nacionais, de iniciativa institucional ou pessoal, pública ou privada, são restritas ao Inventário e ao tombamento desses espaços. No mundo existem diversas instituições responsáveis como a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO), a União Astronômica Internacional (IAU) e a União Internacional de Ciências Geológicas

²⁰⁴ O Museu do Eclipse em Sobral (CE) foi inaugurado em 29/05/1999.

²⁰⁵ No Brasil existem casos de construções rurais atingidas e danificadas por quedas de meteoritos como em Uberaba (MG), Serra de Magé (PE), Serra Pelada (PA), Parauapebas (PA) e Portelândia (GO).

(IUGS), bem como no Brasil o Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Serviço Geológico do Brasil (SGB)²⁰⁶.

Os sítios meteoríticos podem ser inventariados e tombados de inúmeras formas, seja como patrimônio natural, na forma de unidade de conservação; patrimônio cultural, na forma de patrimônio histórico e cultural, de natureza material ou imaterial; e patrimônio de natureza especial, de cunho científico, astronômico ou geológico. No caso brasileiro, coexistem diferentes instituições e legislações voltadas para a preservação ou conservação do patrimônio natural e cultural nacional, que poderiam se articular em um sistema mais amplo de exploração sustentável desses espaços.

Em relação ao patrimônio natural, ele é regido pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) e gerenciadas pelo ICMBio. O SNUC regulamenta as unidades de conservação e as suas categorias, como monumento natural, parque nacional, etc. Nesse caso, o interesse específico é gerenciar locais de beleza cênica²⁰⁷ e de interesse ecológico e ambiental, o que pode ser aplicável a formações curiosas relacionadas aos meteoritos, mas especialmente às crateras de impacto. No entanto, não há nenhuma iniciativa de preservação ou conservação de astroblemas no país, dentro do SNUC.

Em relação ao patrimônio cultural – material e imaterial – ele é gerenciado no país pelo IPHAN, que faz o inventário e o tombamento de sítios históricos, culturais e arqueológicos de interesse para a nação, e mesmo de tradições orais e práticas cotidianas do ser humano em sua interação social e ambiental. No país existem lacunas relacionadas à patrimonialização de sítios de caráter científico, especialmente os ligados à história da ciência no país, seja de natureza astronômica, geológica, paleontológica, etc. Em relação aos sítios meteoríticos, uma possibilidade refere-se ao pleiteamento de comunidades da “Declaração de Lugares de Memória” concedida pelo IPHAN à locais com certa identidade coletiva.

Em compensação, existem iniciativas de preservação, conservação, patrimonialização e monumentalização de sítios de interesse científico, seja de caráter astronômico ou geológico. No caso brasileiro, essas iniciativas acabam sendo

²⁰⁶ O Serviço Geológico do Brasil (SGB) era denominado Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM).

²⁰⁷ Algumas formações curiosas associadas aos meteoritos possuem beleza cênica excepcional, como Meteora na Grécia, Cocha Uma no Equador, Aerólitos (Cocalzinho de Goiás, Goiás) e Pedra de Xangô (Salvador, Bahia) no Brasil.

gerenciadas apenas por órgãos públicos especializados nessas próprias ciências. O patrimônio astronômico é pouco difundido no país. Já o patrimônio geológico é gerenciado pelo SGB, que possui o Geossit que faz o inventário, qualificação e avaliação quantitativa dos locais de interesse geológico.

A iniciativa de Patrimônio Astronômico parte dos esforços conjuntos da IAU, UNESCO e International Council on Monuments and Sites (ICOMOS) que lançaram o *Portal to the Heritage of Astronomy*, além de obras de referência de Ruggles and Cotte (2010) e (2017), bem como do inventário dos Sítios do Patrimônio da Astronomia e Arqueoastronomia no mundo. Entre as categorias encontram-se os Sítios do Patrimônio da Astronomia e Arqueoastronomia Cultural Material Fixo ou Móvel, de Cultural Imaterial, Natural (Céus Escuros), Misto (Natural e Cultural) e os Lugares Conectados ao Céu (*Places Connected to the Sky*). Entre os patrimônios inventariados, a maioria se destaca por observatórios, locais de importância histórica para a Astronomia, monumentos pré-históricos e históricos e locais de céu escuro. O Brasil possui um único sítio cadastrado que é o Observatório Astronômico da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), em Porto Alegre. De fato, nenhum desses sítios globais está relacionado diretamente à Meteorítica. Porém, levantamos a hipótese de que os sítios de quedas de meteoritos poderiam ser qualificados como lugares conectados ao céu, o que poderia ser viável.

Além de iniciativas ligadas às organizações supraestatais globais e nacionais de preservação astronômica, também existem as propostas de organizações sem fins lucrativos (ONGs), tais como a *International Dark-Sky Association* (IDA) e a *Starlight Foundation* que propõem a preservação e conservação de locais que ainda possuem céus escuros adequados para observação do universo.²⁰⁸ No Brasil, o único local com essa denominação é o Parque Estadual do Desengano, no Rio de Janeiro, que recebeu o título de *Dark Sky Park* certificado pela IDA. Outra iniciativa é da *Starlight Foundation* que também fornece certificação para lugares de céu escuro²⁰⁹, mas no país nenhum local possui essa certificação. Pode parecer insignificante, mas o problema existe e afeta toda a comunidade científica astronômica global. E o fato é que está ficando cada vez mais difícil ver o céu, devido ao avanço inexorável da

²⁰⁸ A IDA reconhece cinco tipos de sítios que são *Dark Sky Sanctuaries*, *Dark Sky Parks*, *Dark Sky Reserves*, *Dark Sky Communities* e *Urban Night Sky Placer*.

²⁰⁹ A *Starlight Foundation* fornece certificação nas seguintes categorias: *Starlight Reserve*, *Starlight Tourist Destination*, *Starlight Villages and Cities*, *Rural Hotels and Houses*, *Stellar Parks*, *Starlight Stellarium/Starlight Stellar Gazer*, *Starlight Wilderness*, *Starlight Camps* e Outras Modalidades.

poluição luminosa, especialmente após as Revoluções Industriais e a Grande Aceleração.

No Brasil, em relação ao Patrimônio Geológico pode-se enumerar quatro categorias distintas de sítios: os Geoparques (*Geopark*) ou Parques Geológicos, os Sítios do Patrimônio Geológico, os Geossítios e os Sítios da Geodiversidade. Os Geoparques²¹⁰ são uma iniciativa da UNESCO e o país não possui nenhum geoparque de origem meteorítica. Em uma parceria da UNESCO e da IUGS foram selecionados os primeiros cem Sítios do Patrimônio Geológico (*The First 100 Geological Heritage Sites*)²¹¹ no planeta em 2022.²¹² Entre as dez categorias contempladas como Sítio do Patrimônio Geológico, encontra-se a categoria “Estrutura de Impacto e Rochas Extraterrestres”. Graças à Joana Sanches,²¹³ professora da UFG, representante brasileira da SGB, o único sítio definido como Estrutura de Impacto e Rochas Extraterrestres selecionada no mundo foi o Domo de Araguainha (GO/MT), no Brasil²¹⁴. Em âmbito nacional, a SGB ainda reconhece os geossítios e sítios da geodiversidade. Os geossítios e sítios da geodiversidade relacionados à fenômenos meteoríticos cadastrados na plataforma Geossit são: Meteorito Bendegó – Local do Achado (BA), Astroblema Domo do Vargeão (SC), Cabeça de Sapo (MA) e Astroblema de Cerro do Jarau (RS).

O geossítio do Meteorito Bendegó – Local do achado é uma área que possui enorme potencial. A área, como destaca Carvalho (2010), possui enorme potencial histórico, científico, turístico e educacional, já que conecta a história local à eventos cósmicos. Além do meteorito Bendegó e dos dois monumentos históricos construídos na sua remoção, outro meteorito também foi encontrado próximo ao local, o Quijingue. Monte Santo também é tombado como patrimônio histórico e cultural do país pelo IPHAN. O local tem importância histórica devido ao Arraial de Belo Monte, sociedade

²¹⁰ O país possui cinco geoparques reconhecidos pela UNESCO, o Araripe (CE), o Seridó (RN), o Caminhos dos Cânions do Sul (RS e SC), o Caçapava do Sul (RS) e o Quarta Colônia (RS).

²¹¹ Os sítios geológicos selecionados referem-se à locais relacionados à História das Geociências; Estratigrafia e Sedimentologia; Paleontologia; Petrologia Ígnea e Metamórfica; Vulcanologia; Tectônica; Mineralogia; Geomorfologia e Processos Geológicos Ativos; Estruturas de Impacto e Rochas Extraterrestres.

²¹² Além do Domo de Araguainha, o Pão de Açúcar, o Quadrilátero Ferrífero e as Cataratas de Iguaçu / del Iguazú (com a Argentina) foram selecionados como representativos do patrimônio geológico mundial do Brasil em 2022.

²¹³ Joana Sanches foi a geóloga responsável pela demarcação do geossítio de Cabeça de Sapo no Maranhão.

²¹⁴ Existem também outros sítios relacionados indiretamente aos meteoritos, que são a Transição Cretáceo-Paleogeno da Ilha Seymour (Marambo) na Antártida e a Seção Estratigráfica Cretáceo-Paleogeno de Zumaia (Espanha).

alternativa que foi guiada pelo líder messiânico Antônio Conselheiro no final do século XIX. Além disso a história do Bendegó e de Canudos possuem certas verossimilhanças. O destino trágico da comunidade alternativa pode ser comparável às expedições frustradas que tentaram retirar a pedra do local e o santo beato e sua comunidade, e no final acabaram que tendo o mesmo destino e que não “sobraram pedra sobre pedra”.

Dessa forma, é possível afirmar que dos cinco sítios meteoríticos inventariados pelo Geossit no país, com exceção do “Meteorito Bendegó – Local do Achado”, os outros quatro correspondem às crateras de impacto, o Domo de Araguainha (GO/MT), a Cabeça de Sapo (MA), o Domo do Vargeão (SC) e o Cerro do Jarau (RS). Cróstá (2014) reconhece o enorme potencial dos astroblemas a serem explorados localmente como verdadeiros “museus a céu aberto”:

As crateras meteoríticas são importantes presentes da natureza para estudos científicos relacionados à evolução do nosso Planeta e das formas de vida que nele habitam ou habitaram no passado. Possuem também enorme potencial de difusão e promoção das ciências em geral. (...) Espera-se também que possam ser utilizados como verdadeiros “museus a céu aberto” para o ensino de ciências, incluindo a geologia e a astronomia. Em outros países como Estados Unidos e Alemanha, existem museus e programas de difusão da ciência relacionados, respectivamente, às crateras Meteor Crater (Arizona) e Ries (Bavária) (CRÓSTA, 2014: 438-439).

Por sua vez, Brautigam (2023), em sua tese sobre a capacidade turística da Serra da Cangalha, enumera os diversos potenciais do astrogeoturismo de sítios astroblêmicos e cita inúmeros exemplos de exploração real de sítios astronômicos praticados em outros países do mundo com sucesso, como:

Sítios astronômicos tais quais observatórios (...), museus aeroespaciais (...), plataformas de lançamentos de foguetes espaciais e/ou satélites (...); crateras de impacto meteorítico (...) (com um - museu dedicado *in loco* e bastante divulgação científica associada); - exposições/museus de temática meteorítica (...); sítios arqueoastronômicos: edifícios de cunho astronômico construídos por povos antigos (...); viagens espaciais orientadas a civis (...); viagens orientadas a observação de fenômenos raros celestes, tais como aurora boreal, eclipses solares ou lunares, passagem de cometas próximos à Terra; viagens orientadas a observação do céu noturno e tudo que o cerca; viagens orientadas à produção de astrofotografia (BRAUTIGAM, 2023: 214-215).

Em suma, os sítios meteoríticos possuem um enorme potencial científico, histórico, educacional, econômico, turístico, lúdico e recreacional. Uma potencialidade seria a construção de parques da ciência (astronômicos, geológicos, históricos, etc.)

e parques temáticos. Um outro potencial, lúdico ou recreativo, seria a utilização desses espaços para competições científicas e tecnológicas acadêmicas e escolares realizadas a céu aberto como a Mostra de Foguetes (MOBFOG). Esses sítios devem ser pensados em todas as suas potencialidades, afim da articulação de uma infraestrutura integrada. E assim propor roteiros turísticos imersivos que contemplam vários municípios limítrofes.

O problema é que falta uma visão integrada da história, da geologia, da astronomia, ou demais ciências, e mesmo da ecologia e do meio ambiente circundante. Essa falta de visão holística, multidimensional ou global, impede uma verdadeira experiência de ensino-aprendizagem no campo, que impacta a economia local, que permanece estagnada, e favorece a eterna repetição do mito de que ciência e educação não dão dinheiro ou retorno sobre o investimento.

Além do potencial do Bendegó, um outro exemplo é o enorme potencial de exploração do campo de múltiplas crateras de impacto nas fronteiras do Tocantins, do Maranhão e do Piauí: Serra da Cangalha (TO), Cabeça de Sapo (MA), Anel do Riachão (MA) e Santa Marta (PI), além da provável estrutura de São Miguel do Tapuio (PI). Esse circuito de crateras poderia ser explorado em conjunto pelos municípios, e Brautigam (2023) sugere um nome para esse roteiro turístico o denominando como “Caminhos Meteoríticos do Cerrado Brasileiro” (BRAUTIGAM, 2023: 240).

Na verdade, é um pouco utópico nosso argumento de criação de parques de ciência e educativos no país. A iniciativa é pouco comum no país. A ciência não é popularizada e o acesso a ela é bem mais restrito do que imaginamos. Mas trazemos aqui essas discussões para que futuras contribuições possam enriquecer o debate. E talvez seja necessário ao povo brasileiro reconhecer essas lacunas, e adotar uma visão estratégica e empreendedora do potencial desses espaços para gerar receitas e desenvolvimento econômico local a longo prazo.²¹⁵

O que nos resta saber é como os meteoritos e a sua conexão com as cidades pode influenciar na identidade local²¹⁶? Muitas cidades no mundo e no Brasil possuem

²¹⁵ A Costa Rica é um exemplo de país que soube aproveitar do seu potencial natural para gerar riquezas e receitas para a nação, com atividades científicas que atraem inúmeros turistas, como a observação de pássaros.

²¹⁶ O Brasil possui 5565 municípios, muitos deles não possuem história escrita, museus e mesmo uma identidade local que possa ser explorada economicamente, na forma do turismo ou mesmo de “marcas” locais. Por muito tempo Jaraguá era conhecida como a “Cidade do Abacaxi”, Uruana como a “Cidade da Melancia”, Cristalina como a “Cidade dos Cristais”, etc. No entanto, alguns municípios souberam aproveitar de peculiaridades locais para incrementar suas receitas, como Mara Rosa (GO) e a sua

o “ET” (extraterrestre) como símbolo cívico: Alto Paraíso (GO), São Tomé das Letras (MG) e Varginha (MG). A cidade de Tataouine, na Tunísia, se tornou mundialmente conhecida por ter sido o *set* de gravação dos filmes da saga *Star Wars*, ao mesmo tempo em que é um campo de caça e recuperação de meteoritos. Os meteoritos, pela sua raridade, podem dar uma certa identidade própria e única a um local. Existe um grupo de meteoritos seletos no mundo que se ligam às cidades. Esses meteoritos de fato possuem histórias reais e complexas, e podem ser aprofundadas, e tornarem-se uma marca identitária desses municípios. Algumas cidades souberam aproveitar de seu passado meteorítico para incrementarem suas receitas, como Sedona nos EUA, Ensisheim na França, Nördlingen na Alemanha e Hoba West na Namíbia. No Brasil, algumas cidades já se denominam com alguma alcunha relacionada aos meteoritos como Putinga (RS), “A Cidade dos Meteoritos”; Vargeão (SC) e Varre-Sai (RJ), como “A Cidade do Meteorito”; e Santa Filomena (PE), como “A Capital do Meteorito” e, de acordo com o G1 (2021), ela criou o Dia do Meteorito, a ser celebrado anualmente em 19 de agosto²¹⁷ - assim como Marília (SP)²¹⁸, que criou a efeméride a ser comemorada no dia 05 de outubro. No entanto, o tema gerou controvérsias, e as autoridades municipais de Santa Filomena e Marília enfrentaram inúmeras críticas dos munícipes, como a citada pelo Marília Notícia (2019): “Está faltando mandarmos uns meteoritos na cabeça destes políticos que não entenderam que são nossos empregados” (MARÍLIA NOTÍCIA, 2019). Apesar das críticas, os projetos de leis municipais pensaram nessas datas comemorativas como uma oportunidade de popularização e divulgação científica, de especial importância educacional, tanto em espaços formais, quanto em espaços não-formais.

2.1.2 Patrimônio imaterial

O Patrimônio Cultural Imaterial pode ser definido, de acordo com o Artigo 2 da UNESCO (2003), como:

produção de açafrão-da-terra, Maués (AM) e o seu guaraná, etc. Um caso parecido no mundo é o da cidade de Tataouine (Tunísia) que incrementou o turismo local a partir dos meteoritos e do universo da saga *Star Wars* tanto por ser um campo de caça de meteoritos, quanto por ter sido um dos *sets* de gravação dos filmes do diretor George Lucas.

²¹⁷ O Dia do Meteorito Santa Filomena foi criado pela Lei Municipal nº445/2020 de 21 de dezembro de 2020. A lei também criou a Semana Municipal de Astronomia (SANTA FILOMENA (PE), 2020: 1).

²¹⁸ O Dia do Meteorito em Marília foi criado pela Lei Municipal nº 27/2019 de 18 de fevereiro de 2019 (MARÍLIA (SP), 2019: 1).

Entende-se por “patrimônio cultural imaterial” as práticas, representações, expressões, conhecimentos e técnicas - junto com os instrumentos, objetos, artefatos e lugares culturais que lhes são associados - que as comunidades, os grupos e, em alguns casos, os indivíduos reconhecem como parte integrante de seu patrimônio cultural. Este patrimônio cultural imaterial, que se transmite de geração em geração, é constantemente recriado pelas comunidades e grupos em função de seu ambiente, de sua interação com a natureza e de sua história, gerando um sentimento de identidade e continuidade e contribuindo assim para promover o respeito à diversidade cultural e à criatividade humana. Para os fins da presente Convenção, será levado em conta apenas o patrimônio cultural imaterial que seja compatível com os instrumentos internacionais de direitos humanos existentes e com os imperativos de respeito mútuo entre comunidades, grupos e indivíduos, e do desenvolvimento sustentável (UNESCO, 2003: 3).

O Patrimônio Cultural Imaterial se manifesta em práticas como as tradições e expressões orais e artísticas, práticas sociais, conhecimentos e práticas relacionados à natureza e ao universo e técnicas artesanais tradicionais. Em relação aos meteoros e aos meteoritos existem inúmeras tradições, expressões, práticas e técnicas culturais em todo o mundo, relacionadas tanto a esses objetos cósmicos, quanto a objetos naturais e da cultura material muito ricos em sentidos e significados, como as pedras de raio e a fabricação de ferramentas e armamentos a partir de meteoritos. No mundo ainda persistem práticas de adoração aos meteoritos entre alguns povos, como entre os muçulmanos. As práticas litolátricas são muito ricas em crenças folclóricas, fábulas e mitos relacionados aos meteoritos e aos coriscos, que os associam à elementais, como *djins*, *trolls*, *golens*, salamandras, etc. (MAGNANI et al., 2021: 202). Franza e Pratesi (2021) reconhecem que os meteoritos são um patrimônio científico, e que esses objetos e o seu uso ao longo da história possuem certo valor que os qualificam como patrimônio intangível:

Vários autores também reconheceram o uso de meteoritos em artefatos humanos antigos. Em suma, como corretamente explicitado por Dorfman, a literatura relativa aos meteoritos na história sugere fortemente que os meteoritos detêm muitos níveis de patrimônio imaterial (FRANZA e PRATESI, 2021: 107).²¹⁹

O raio e o meteoro são dois fenômenos naturais que possuem naturezas distintas, mas os seres humanos relacionaram esses fenômenos ao longo da história. O raio corresponde a um fenômeno elétrico atmosférico e o meteoro a um fenômeno cósmico. Assim como o raio, que produz o fenômeno óptico (o relâmpago) e o

²¹⁹ A number of authors have also recognized the use of meteorites in ancient human artefacts. in short, as rightly remarkered by Dorfman the literature pertaining to meteorites in history strongly suggests that meteorites hold many levels of intangible heritage (FRANZA e PRATESI, 2021: 107).

fenômeno sonoro (o trovão), o meteoro também produz um fenômeno óptico (o próprio meteoro) e um fenômeno sonoro (que não existe palavra para denotar tal fenômeno, por isso sua analogia com o trovão)²²⁰. De acordo com Magnani et al. (2021), há uma crença universal de que a queda de raios e de meteoros deixam pedras, as chamadas pedras de raio ou coriscos, que foram confundidas com meteoritos. De fato, os raios quando atingem a sílica, na areia dos desertos ou de praias, pode também formar uma rocha, denominada fulgurito, que possui aparência de um tronco de árvore, efeito produzido pela eletricidade conhecido como Padrão de Lichtenberg.

Da mesma forma, impactos de meteoros, podem deixar pequenos fragmentos de meteoritos ou formar rochas, como os impactitos, e em especial os tectitos, que também foram alvo de adoração em algumas culturas. Assim sendo, pedras de raio ou coriscos, fulguritos, meteoritos, impactitos e tectitos são objetos naturais que tiveram e têm grande significado antropológico e etnológico na cultura material e imaterial humana. Talvez seja importante reconhecer que algumas pedras e rochas possuem valor cultural, histórico e científico intrínseco, como os meteoritos e as pedras de raio ou coriscos.

Uma outra crença universal é a de que meteoritos possam atingir e matar pessoas e animais. De fato, a queda de um raio pode matar um rebanho inteiro, e mesmo fulminar pessoas. Esse mito se estendeu para os meteoritos. Um exemplo são as quedas dos meteoritos Macau (Brasil) em 1836, o Vaca Muerta (Chile) em 1861, o Sulaymaniyah (Iraque) em 1888, o Nakhla (Egito) em 1911 e o Sylacauga (EUA) em 1954, que foram casos bem documentados de quedas de meteoritos que feriram ou mataram pessoas e animais.

O raio foi um fenômeno natural divinizado associado aos deuses celestes em inúmeras culturas humanas como Ninurta, Gilgamesh, Zeus, Júpiter, Thor, Raijin, Xangô, etc. O raio era representado na forma do próprio raio ou faísca elétrica, flecha, dardo, martelo, machado, *dorje* ou *vajra*²²¹ etc. Alguns desses objetos possuíam denominações próprias como o *Keraunos* de Zeus, o *Mjölnir* de Thor e o *Edún-ará* e Oxé de Xangô. No mundo clássico as pedras de raio eram denominadas como *ceraunios* e, de acordo com Vieira (2019), tratavam-se genericamente de meteoritos,

²²⁰ O som produzido pela queda de um meteoro possui inúmeras descrições, como chiados, explosões, detonações, etc.

²²¹ *Dorje* e *vajra*, respectivamente do sânscrito e do devánagari significam literalmente tanto “relâmpago” quanto “diamante”.

artefatos líticos, rochas naturais e fósseis, especialmente dentes de tubarão, trilobitas gigantes e cefalópodes (VIEIRA, 2019: 167-169). Essa crença permaneceu na Europa, e mesmo no século XV, após a queda do Meteorito Ensisheim, ele foi denominado pelos alemães como *Donnerstein* ou “Pedra de Raio”.

De acordo com Cascudo (2000), as pedras de raio recebem inúmeras denominações em várias partes do Brasil: pedra de raio, pedra de corisco, pedra de Ogum, pedra de Santa Bárbara.²²² Cascudo (2000) cita os Khyen do Arakan (atual Mianmar) que observavam as quedas de raio para, após a tempestade, cavarem o local para recuperarem a pedra e utilizá-la como talismã. No Sudão, acredita-se que a posse de uma pedra de raio torne a pessoa invulnerável. Já na Nigéria, o culto ioruba de Xangô está associado aos coriscos. Em Portugal é usado para afastar raios e tempestades, enquanto que no Brasil são considerados de mau agouro, pois, acredita-se que atraíam raios, por isso são mantidos longe das casas e construções.

Os coriscos são objetos relacionados erroneamente aos meteoritos, mas de natureza arqueológico. Na verdade, de acordo com Cornejo e Bartorelli (2014), são objetos líticos, ferramentas pré-históricas fabricadas pelos seres humanos ao longo de sua jornada pelo planeta:

Popular e erroneamente, as lâminas de machado e outros artefatos líticos são denominados “coriscos”, provavelmente sendo confundidos com as pedras de raio, de sílex, utilizadas como pederneiras para produzir faíscas e acender fogo, ou com os raríssimos fulgurito que se formam nas areias ou rochas quando atingidas por um raio, ou, ainda, ante a visão dos aerólitos ou estrelas cadentes, devido à esteira luminosa que deixam ao entrar em atrito com a atmosfera terrestre (CORNJEO E BARTORELLI, 2014: 15).

No Brasil esses objetos são considerados patrimônio nacional, pois ao contrário dos meteoritos, se enquadram como artefatos arqueológicos, e existe uma legislação específica para os objetos e sítios arqueológicos brasileiros.²²³

Os meteoritos foram largamente utilizados na cultura material humana para a fabricação de ferramentas e armamentos, desde armas brancas - como adagas, espadas, alfanjes, sabres – e armas de fogo – como pistolas e revólveres – em

²²² Outras denominações das pedras de raio são corisco, curisco, pedra do céu, pedra do trovão, Pedra de Xangô, Machadinha de Xangô, machadinha, etc.

²²³ De acordo com o CNN Brasil (2023) e Maia (2023), a Operação Pedras de Raio foi uma operação deflagrada pela polícia federal com objetivo de apreensão de objetos denominados vulgarmente como “Pedras de Raio” que eram comercializados a altos preços na *internet*. As pedras de raio são objetos líticos fabricados pelos seres humanos na Pré-História e de acordo com a Lei nº 3.924 de 1961 ou Lei da Arqueologia torna esses objetos patrimônio da união e criminaliza sua comercialização.

diversas partes do mundo, como na Argentina, no México, na Groenlândia, na Namíbia, no Mali, na China, na Índia e na Indonésia. Estudos recentes têm identificado a origem meteorítica de muitos artefatos arqueológicos e históricos.

De acordo com Zucolotto (2014), os meteoritos eram considerados presentes dos deuses para os reis e heróis e eram forjados por ferreiros e esses objetos adquiriam *status* especial. A queda de meteoritos era acompanhada de enorme interesse pelos ferreiros e alfagemes, como o meteorito caído em Hraschina (Croácia) em 1751 no qual o meteorito foi disputado por ferreiros e autoridades reais. Até a Revolução Industrial, a escassez de ferro e aço de qualidade levavam os alfagemes a utilizarem meteoritos sideritos como matéria-prima para fabricação de armamentos, tidos de qualidade superior. De acordo com Zucolotto (2014), algumas espadas lendárias de grandes guerreiros(as), generais e conquistadores eram de origem meteorítica, como a Espada de Marte de Átila, a Excalibur do Rei Artur e a Espada de Santa Catarina de Joana D'Arc (ZUCOLOTTO, 2014: 361-362). Acredita-se também que algumas dessas espadas teriam poderes mágicos. Porém, algumas espadas de existência comprovada também foram forjadas com meteoritos como a adaga do Faraó Tutancâmon, a espada e a adaga do Grão-Mogol Jahangir na Índia, e em especial o *kris* ou *keris* indonésio.

De acordo com Meranggi (2019), o *kris* é produzido pelo *empu* (forjador de espadas) a partir de uma liga metálica que envolve três diferentes metais, o ferro, o aço e um material de prestígio, como ouro, níquel, cromo ou nióbio (MERANGGI, 2019: 24). O uso de ferro meteorítico pelos *empu* na fabricação do *kris* só foi possível graças à abundância do material na Ilha de Java, especialmente aos meteoritos históricos Java, encontrado em 1421 e Prambanan²²⁴ encontrado em 1797.

O *kris* era uma espada ceremonial pré-hindu presente em várias culturas das ilhas dos arquipélagos indonésio, malaio e filipino, algumas remontando ao século VIII. Existem representações e inscrições nos templos hindus e budistas de Borobudur e Prambanam em Java acerca do uso do *kris* desde o início do segundo milênio. O *kris* mais antigo do mundo preservado é o *Kris de Knaud*²²⁵, que data de 1342, e no final do século XIX foi presenteada pelo “duque” Paku Alam V de Pakualaman ao médico

²²⁴ De acordo com Buchwald (1975), o Meteorito Prambanan era mantido no *Kraton* do Soesoehoenan (Sultão) Pakubuwono IX de Surakarta (Java) e se tornou conhecido pelos holandeses em 1865.

²²⁵ O *Kris de Knaud* foi redescoberto por David van Duuren, curador do Museu Tropical (Tropenmuseum) em Amsterdã, Holanda em 2003 (VAN DUUREN, 2004: 3). O *Kris de Knaud* apresenta *pamor* com motivos decorativos hinduístas, retirados do épico hindu *Ramayana*.

e *dukun*²²⁶ holandês Charles Van Knaud, que salvou a vida do futuro príncipe herdeiro do ducado que estava doente devido a uma magia negra.

O *keris* era utilizado pelos soldados em três ocasiões especiais: nos ritos de passagem associados à herança, ao casamento e à guerra. Os javaneses utilizavam a arma de forma ceremonial à cinta, e dentro da filosofia e religião sincrética *kejawèn*²²⁷ acreditam que possuem poderes mágicos e certas prescrições rituais que devem ser seguidas fielmente pelos seus possuidores, já que o *kris* possui “vida própria”, ou um espírito, que se desrespeitado pelos seus possuidores pode inclusive matar o seu próprio dono.

O *kris* ou *keris* atualmente é considerado uma obra-prima do patrimônio oral e imaterial da humanidade²²⁸ pela Unesco. A Unesco (2006) descreve o *kris* ou *keris* como:

O *kris*, ou *keris*, é uma espada assimétrica característica da Indonésia. É uma arma e objeto espiritual, e são atribuídos a *kris* poderes mágicos. (...) A lâmina do *kris* pode ser estreita, com uma base ampla assimétrica. Frequentemente a bainha é de madeira, ainda que algumas são de marfim e inclusive de ouro. O valor estético do *kris* procede do *dhapur* (forma e desenho da lâmina, com umas 40 variantes), do *pamor* (efeito decorativo produzido na lâmina pela fundição de metais, com umas 120 variantes) e o *tangguh*, que indica sua idade e origem. Um ferreiro (*empu*) forja a lâmina superpondo capas de minerais de ferro e de níquel meteórico. Para as lâminas dos kris de alta qualidade, o material é dobrado dezenas ou centenas de vezes e manipulado com uma precisão máxima. Os *empu* são artesãos que gozam de grande respeito, e possuem ademais conhecimentos em literatura, história e ciências ocultas. (...) Os *kris* se utilizam como objetos de exibição, como talismãs com poderes mágicos, como armas, como relíquias de famílias sagradas, como equipamento suplementar para os soldados da corte, como acessórios para trajes cerimônicos, como indicador de estatuto social, ou como símbolo de heroísmo. (...) (UNESCO, 2006: 49).

No século XIX, em meio a Revolução Industrial, se tornou moda a fabricação de espadas, pistolas e revólveres, a partir de meteoritos sideritos. Em 1814, James Sowerby mandou forjar uma espada de ferro-níquel meteorítico, a partir de uma amostra do meteorito Cape Hope, em honra ao Czar Alexandre, em homenagem à vitória dos russos nas guerras napoleônicas. Na mesma época, de acordo com Soto (2018) foi forjado uma espada para Simon Bolívar²²⁹ a partir do Meteorito Santa Rosa

²²⁶ *Dukun* é o xamã iniciado no *Kejawèn*.

²²⁷ *Kejawèn* ou Javanismo é o sincretismo religioso existente em Java, um amálgama de tradições animistas locais, hinduísmo, budismo e islamismo.

²²⁸ Algumas práticas de forja de espadas, tornaram-se patrimônio imaterial da humanidade, como o *kris* na Indonésia e as espadas *Tangxi* e *Longquan* na China.

²²⁹ A Espada de Bolívar é uma relíquia nacional colombiana. Em 1974 ela foi roubada pelo grupo guerrilheiro M-19 e só foi devolvida em 1991.

com a seguinte inscrição “Esta espada foi feita com ferro caído do céu para a defesa da liberdade” (SOTO, 2018: 84)²³⁰.

Além das armas brancas, também foram forjados com amostras de meteoritos armas de fogo, como pistolas e revólveres. Segundo Marvin (2006), em 1816 os argentinos forjaram duas pistolas a partir do Meteorito Otumpa, e em um esforço diplomático, presentearam o presidente norte-americano James Madison, que na ocasião recusou o presente, entregando para o seu secretário de estado, James Monroe, futuro presidente dos EUA (MARVIN, 2006: 58)²³¹.

No Japão, entre os três tesouros sagrados da nação consta a *Kusanagi-no-Tsurugi* (“Espada Cortadora de Grama”) ou *Ama-no-Murakumo-no-Tsurugi* (“Espada das Nuvens do Céu”) de provável origem meteórica, e que é utilizada há milênios na cerimônia de coroação do imperador japonês. Mas foi no final do século XIX, que a moda de forjar *katanas* a partir de meteoritos chegou ao Japão. A katana *Tentetsou* ou “Espada do Céu” foi forjada pelo alfageme Yoshindo Yoshiwara a partir de amostras do Meteorito Gibeon. Segundo Larsen et al. (2011), outras cinco *katanas* denominadas *Ryuseito* “Espadas Meteoro” ou “Espadas Cometas” foram fabricadas pelo espadeiro Okayoshi Kunimune a partir do Meteorito Shirahagi (LARSEN et al., 2011: 141).

Em suma os meteoritos e os objetos da cultura material associados possuem um rico conjunto de fábulas, mitos, lendas, crenças folclóricas e práticas empíricas que tornam esses objetos importantes instrumentos da cultura humana, seja de natureza material ou imaterial. Os meteoritos influenciaram a ciência, a técnica e a tecnologia, já que a siderurgia, a acaria e a cutelaria se desenvolveram com o uso desses astromateriais como matéria-prima.

2.2 Museus de ciência e exposição de meteoritos

Os meteoritos são objetos naturais de interesse científico, que passaram a ser objetos colecionáveis em gabinetes de curiosidades reais e museus de história natural, especialmente após a comprovação científica de sua origem espacial. No século XIX, os museus de história natural ocidentais se tornaram os repositórios de

²³⁰ Em original em espanhol: “Esta espada ha sido hecha con hierro caído del cielo para defensa de la libertad” (SOTO, 2018: 84).

²³¹ Estudos químicos e metalográficos realizados nas duas pistolas constataram que as armas de fogo não foram fabricadas a partir de ferro-níquel meteorítico, e sim de ferro telúrico.

espécimes-tipo, bem como locais de salvaguarda, curadoria e pesquisa química, mineralógica e petrográfica dessas rochas espaciais. Os meteoritos gigantes também foram alvo de remoções épicas, ao mesmo tempo que vitrines dos grandes feitos técnicos e de engenharia dos estados-nação, dignos de serem expostos nas grandes Exposições Internacionais do período. No século XX, os meteoritos passaram a ser estudados em instituições científicas e tecnológicas avançadas, como universidades, institutos de pesquisa e laboratórios de última geração. Desde então, as grandes coleções nacionais de meteoritos salvaguardadas em museus de história natural e de ciência, tem sido objeto de exposições especializadas *ex situ* e itinerantes.

Os meteoritos, por seu valor extrínseco, são considerados pelos seres humanos como amuletos dignos de serem entesourados, seja como uma mera curiosidade, um talismã, uma relíquia ou uma cápsula do tempo, detentora dos segredos do cosmos. Devido ao seu valor, meteoritos enfrentam inúmeros problemas relacionados à sua posse, propriedade, comercialização e musealização. Neste tópico, propomos discutir o papel dos museus e das exposições, bem como as dificuldades encontradas no processo de musealização e monumentalização de meteoritos, propondo algumas soluções que deveriam ser implementadas no nosso país, com objetivo de tornar esses objetos públicos, e também discutir como a educação escolar e museal podem contribuir para a divulgação e a popularização científica, bem como a alfabetização e letramento científico da população.

2.2.1 Museus de ciência como repositórios de espécimes-tipo, salvaguarda e curadoria de meteoritos

De acordo com Possas (2013), foi durante o Renascimento na Europa que surgiram os gabinetes de curiosidade ou câmeras fantásticas. Os grandes gabinetes de curiosidades reais, imperiais e papais, especialmente do Reino Unido, da França, da Itália, da Áustria, da Alemanha e da Rússia se tornaram grandes repositórios de todo tipo de objeto natural e da cultura material. Essas coleções reuniam inúmeros objetos naturais e da cultura material como fósseis, meteoritos, rochas, minerais, gemas, antiguidades, etc. Os gabinetes de curiosidades reais tornaram-se o embrião de futuras coleções nacionais e atualmente essas coleções fazem parte de Museus de História Natural e de Ciência. Em relação a Meteorítica, cada país parece possuir

seus repositórios e coleções nacionais de meteoritos e objetos da cultura material associados, mesmo admitindo que em alguns deles, não estejam centralizados.

A coleção mais antiga de meteoritos foi a do gabinete de curiosidade dos imperadores austríacos, embrião do Museu de História Natural em Viena. De acordo com McCall et al. (2006), esse museu é importante para a história da ciência meteorítica, assim como outras importantes coleções nacionais europeias. Durante o período clássico da Meteorítica no século XIX esses museus de história natural tornaram-se centros de pesquisa pioneira em Meteorítica, especialmente nas áreas de descrição química, mineralógica e petrográfica, bem como do surgimento dos primeiros sistemas de classificação dessas rochas espaciais.

McCall et al. (2006) enumera os principais museus do mundo e as coleções-chave para a história do desenvolvimento da ciência Meteorítica. Na Europa destacam-se o Museu de História Natural em Viena, o Museu de História Natural em Berlim, o Museu Britânico²³² em Londres, o Museu Nacional de História Natural em Paris, a Academia de Ciências da Rússia / União Soviética em São Petersburgo e Moscou e a *Specola Vaticana* (Observatório do Vaticano) em Castel Gandolfo. Esses acervos foram incrementados no século XIX através das aquisições de coleções pessoais de colecionadores de minerais, rochas e meteoritos como Jacob Friedrich van der Null, Freiherr von Braun, Ernst Chladni, Martin Heinrich Klaproth, Alexander von Humboldt, Hans Sloane, Adrien-Charles, o Marquês de Mauroy, etc. De fato, esses museus tornaram-se importantes para a história da ciência meteorítica, e possuem as coleções de meteoritos consideradas as mais impressionantes do mundo.

Além da Europa, os EUA também se destacaram com uma grande quantidade de coleções de meteoritos. No século XIX, as principais instituições museais norte-americanas foram o *Smithsonian Institution* em Washington, o *American Museum of Natural History* (AMNH) em Nova York, o *Field Museum* em Chicago e o de Harvard em Cambridge. De forma geral, essas coleções de meteoritos expostas em museus surgiram a partir de coleções privadas, como o de James Smithson que originou a coleção de meteoritos do *Smithsonian Institution*²³³, a de J. Lawrence Smith que originou a de Harvard, e a de Henry A. Ward, denominada *Ward-Coonley Collection*, que era a maior do mundo no início do século XX, que originou a coleção do *Field*

²³² Atual Museu de História Natural.

²³³ A coleção original de James Smithson do *Smithsonian Institution* foi destruída por um incêndio na Guerra Civil norte-americana em 1865 (CLARKE JR et al. 2006: 237).

Museum. Nos EUA, de acordo com Ebel (2006), também se destacou a atuação do colecionador de minerais George Frederick Kunz que organizou doze coleções de meteoritos para diversos museus norte-americanos (EBEL, 2006: 270).

Já no século XX, novas coleções de destaque surgiram nos EUA como o primeiro museu dedicado exclusivamente aos meteoritos no mundo, o *American Meteorite Museum*²³⁴ em Sedona, com a exibição da coleção do caçador de meteoritos Harvey H. Nininger. Em 1961, parte da coleção de Nininger originou a coleção do *Buseck Center for Meteorite Studies* da Universidade Estadual do Arizona em Tempe. Em 1944, Lincoln LaPaz fundou o *Institute of Meteoritics* na Universidade do Novo México em Albuquerque e em 1974 o *Meteorite Museum* foi aberto ao público. O Centro Espacial Johnson da NASA em Houston abriga amostras de meteoritos coletados na Antártida dentro do programa ANSMET. Em 2014, John T. Wasson inaugurou o *Meteorite Collection* da UCLA em Los Angeles.

A maior coleção canadense é o da Universidade de Alberta (UAb), em Edmonton e a australiana é a do *Western Australian Museum* em Perth, que se destaca pelos meteoritos gigantes e meteoritos coletados nos desertos. A coleção de meteoritos encontrados na Antártida pelo NIPR, localizada em Tóquio, no Japão, atualmente é a maior do mundo. Na Ásia, Spencer (1949) ainda destaca as coleções do Observatório Kwasan, em Quioto, no Japão, e a do *Geological Survey* da Índia, em Calcutá (SPENCER, 1949: 472).

Os museus destacados correspondem à museus localizados em países desenvolvidos, especialmente na Europa, América Anglo-Saxônica, Oceania e Japão. De uma perspectiva decolonial, gostaríamos de enumerar algumas coleções nacionais de meteoritos que se destacam no mundo. Não muito conhecidos no meio científico ocidental, são as coleções de meteoritos gigantes dos museus *Palacio de Míneria*²³⁵ na Cidade do México, Museu Nacional no Rio de Janeiro e *Cape Town Museum* na Cidade do Cabo. O *Palacio de Míneria* se destaca pelos “aerólitos de Chihuahua”, nome dado aos cinco meteoritos gigantes originários de Chihuahua -

²³⁴ O *American Meteorite Museum* não existe mais. Depois do desentendimento entre a família Barringer e a família Nininger, relacionados à propriedade privada ou pública do astroblema *Meteor Crater*, Nininger foi obrigado a fechar o museu e vender a sua coleção para o Museu Britânico e para o *Buseck Center for Meteorite Studies*.

²³⁵ O *Palacio de Míneria* surgiu a partir do *Real Seminário de Míneria*, organizado pelo naturalista alemão Alexander von Humboldt no final do século XVIII. O naturalista teve acesso a inúmeros meteoritos mexicanos, conhecidos desde tempos remotos, como o Morito (1600), o Toluca (1776) e o Zacatecas (1792).

norte do país - e que foram removidos para a capital no final do século XIX. O Museu Nacional destaca-se pelos meteoritos gigantes Bendegó e Santa Luzia. O *Cape Town Museum* possui três grandes meteoritos africanos, o Kouga Mountains e o Rateldraai, além de uma grande massa do Gibeon.

No final do século XIX e início do século XX, no auge do imperialismo europeu, na *Belle Époque*, museus ocidentais patrocinaram expedições para remoções de meteoritos gigantes em todo o mundo. O Brasil removeu os meteoritos Bendegó entre 1887-88 e o Santa Luzia em 1928 para o Museu Nacional, no Rio de Janeiro. Os norte-americanos removeram o Cape York em 1894 da Groenlândia e o Willamette ou Tomanowos dos territórios *chinook* no Oregon em 1902 para o *American Museum of Natural History* em Nova York. Os mexicanos removeram o “Quinteto de Chihuahua”²³⁶, formado pelas *meteoritas* Chupaderos I, Chupaderos II, Morito, Zacatecas (1792) e La Concépcion entre 1892-93 para o *Palacio de Míneria*, localizado na capital mexicana. De fato, um feito histórico da engenharia mexicana, já que foram mais de 30 toneladas de meteoritos sendo transportados por cerca de 732 km do território mexicano, de Chihuahua para a Cidade do México. A proeza só foi possível graças ao geólogo Antonio del Castillo²³⁷ e o seu pupilo Baltasar Munoz Limba. Anos depois, em 1959, o Bacubirito²³⁸ de 22 toneladas foi transladado pelos mexicanos para a sua capital. Os franceses removeram os meteoritos argelinos Tamentit em 1927 para o Museu Nacional de História Natural em Paris e o Zerhamra em 1967 para o Museu das Confluências em Lyon.

As Exposições Internacionais (Expo) realizadas ao longo do século XIX e início do século XX também foram ocasiões que os meteoritos gigantes foram expostos ao grande público como o Imilac na Grande Exposição realizada em Londres em 1851, o Tucson Ring na Exposição Internacional da Filadélfia em 1876 (CLARKE et al., 2006:

²³⁶ O Quinteto de Chihuahua é composto por cinco meteoritos gigantes: o Chupaderos I de 14,1 t, o Chupaderos II de 6,7 t, o Morito de 10,1 t, o Zacatecas (1792) de 780 kg e o La Concépcion ou Adargas (uma outra amostra do Chupaderos) de 3,5 t.

²³⁷ ANTONIO DEL CASTILLO (17/06/1820 – 27/10/1895): foi um geólogo mexicano, considerado o primeiro geólogo do seu país, nascido em Ciudad Altamirano, Guerrero em 1820 e falecido na Cidade do México em 1895. No porfiriato foi o responsável pela conscientização da importância da nacionalização das “*meteoritas*” em seu país, conseguindo a aprovação da Lei de 29 de maio de 1889. Em 1890 enviou o estudante Baltasar Munoz Limba à Chihuahua para investigar os meteoritos gigantes da região, que publicou um livro denominado *Aerolitos de Chihuahua* (UNAN GLOBAL, 2017). Entre 1892-93 organizou a remoção dos “aerólitos” para o *Palacio de Míneria*, na Cidade do México. Também elaborou a *Carta de los Meteoritos de México* (1893) (MORELOS-RODRÍGUEZ e MONCADA-MAYA, 2022: 93).

²³⁸ Atualmente o Bacubirito encontra-se no Centro de Ciência de Sinaloa em Culiacán Rosales.

241), uma réplica do Bendegó foi exposta na Exposição Internacional de 1889 em Paris, o Willamette na Exposição do Centenário Lewis and Clark em Portland 1905 e amostras do Santa Luzia na Exposição Internacional do Centenário da Independência do Brasil ocorrida no Rio de Janeiro entre 1922-23.

Com a descolonização, muitos países em desenvolvimento se beneficiaram com a descoberta de meteoritos gigantes em seus territórios e das “corridas do meteorito” em desertos frios e quentes. Algumas nações construíram pequenos museus locais, como o *Museo del Meteorito* em San Pedro de Atacama (Chile) que foi organizado pelos irmãos Rodrigo e Edmundo Martínez que caçam meteoritos no Deserto do Atacama.²³⁹ O Museu Universitário de Meteoritos da Universidade Ibn Zohr, em Agadir (Marrocos), é uma das poucas coleções locais de meteoritos expostas nesse país, que é conhecido internacionalmente pelo seu comércio de meteoritos, minerais e fósseis. No Saara²⁴⁰, também se destaca o Museu da Memória da Terra, em Tataouine (Tunísia). Em compensação os africanos se aproveitaram para exposição *in situ* de grandes meteoritos, na Namíbia e na Tanzânia, mas também foram vítimas do descaminho, como o caso do Sericho em 2016 no Quênia e do El Ali em 2020 na Somália.

A partir de 1898, a China descobriu inúmeros meteoritos gigantes, como o Aletai em 1898, o Nantan em 1958 e o Jilin em 1976. O Aletai se mostrou ser um dos maiores campos de dispersão de meteoritos gigantes, comparável ao Hoba e *Campo del Cielo*, sendo recuperados inúmeros meteoritos gigantes como o Armany, o Ulasitai, o Akebulake e o Wuxilike, totalizando 74 toneladas. Atualmente essas grandes massas do Aleitai estão no Museu Geológico e Mineral de Urumqi, em Xingjiang-Uigur.

Na expedição da *National Geographic*, em 1965, a Arábia Saudita recuperou a massa principal do Meteorito Wabar, e atualmente encontra-se no *Saudi Geological Survey* em Jeddah. Em compensação, os meteoritos recuperados no Omã estão sobre a curadoria do Museu de História Natural em Berna, na Suíça, graças a acordos bilaterais de cooperação na área entre omanis e suíços. De acordo com Pourkhorsandi (2019), a parceria entre iranianos e franceses²⁴¹ também recuperou

²³⁹ Apesar de ser a nação sul-americano com a maior quantidade de meteoritos recuperados, não existe um repositório nacional público no Chile.

²⁴⁰ O Saara é o segundo local do planeta no qual mais meteoritos foram recuperados, e recebem a denominação de *Northwest Africa* (NWA).

²⁴¹ Os meteoritos iranianos são estudados no *Centre Européen de Recherche et d'Enseignement des Géosciences de l'Environnement* (CÉREGE) localizado em Aix-en-Provence, Provença na França, cujo o responsável é o pesquisador Jérôme Gattacceca.

centenas de meteoritos no Deserto de Lut, no Irã. Em 2019, o *Iran Front Page* (2019) afirma que Hojjat Kamali, um prolífico caçador de meteoritos iraniano, abriu o primeiro museu especializado em meteoritos no seu país, o Museu do Meteorito do Irã.

Do ponto de vista institucional, os museus possuem importância histórica e científica, tanto como repositórios de espécime-tipo, curadoria, salvaguarda, exposição ao público, permuta entre museus de todo o mundo, estudos e elaboração de catálogos. Ao longo do século XX, os museus de história natural evoluíram para museus de ciência geral ou particulares, mas perderam o protagonismo na produção científica sobre meteorítica para laboratórios e centros de pesquisa universitários. Atualmente os museus se debruçam sobre novas possibilidades museológicas, como os museus a céu aberto, especialmente ligados às crateras de impacto, como o *Rieskrater Museum* em Nördlingen, o Museu de Astrogeologia em Sedona e o Marcador Histórico da Cratera Wetumpka na cidade homônima localizada no Alabama (EUA); bem como as exposições itinerantes, que estão mais próximas do público; e mesmo as inovações proporcionadas pelos museus virtuais.

2.2.2 Exposições de meteoritos

No mundo, poucos meteoritos são expostos *in situ*, como o Hoba e o Gibeon na Namíbia, o Mbozi na Tanzânia e o *Campo del Cielo* na Argentina. A maioria dos meteoritos foram removidos dos seus locais de queda e atualmente são expostos em museus. A maioria dos meteoritos expostos em museus são meteoritos de pequenas e médias proporções, variando de poucos gramas a alguns quilogramas. Os grandes meteoritos ou meteoritos gigantes²⁴² são meteoritos que ultrapassam uma tonelada, e podem ter um efeito megalomaníaco e magnetizador no público. Porém, no mundo existem apenas 118 meteoritos que ultrapassam 400 quilos. De fato, pequenos meteoritos, amostras ou fatias de meteoritos são exibidos em sua maioria nos grandes

²⁴² O termo Meteorito Gigante foi utilizado por Krinov (1966) para se referir aos grandes corpos celestes que atingiram o planeta e formaram crateras de impacto e causaram eventos meteoríticos de grande proporção, dos quais dois ocorreram na Rússia no século XX, e que foram estudadas pelo meteoriticista, o Tunguska e o Sikhote-Alin. Os Meteoritos Gigantes ou "Mammoth Meteorite" enumerados na pesquisa foram 120, todos acima de >400 kg. Desses 118 foram encontrados na Terra e 2 em Marte. Dos 118 meteoritos gigantes encontrados na Terra, 10 correspondem a quedas e os outros 108 a achados. A maioria trata-se de meteoritos sideritos, mais resistentes ao atingirem o solo. A seleção baseou-se no próprio tema da pesquisa, ou seja, a massa principal do Urucu que pesa cerca de 400 kg. Outro fator relevante para esse ponto de corte, foi o fato de considerar as maiores massas de meteoritos recuperadas em desertos frios e quentes, como a Antártida, o Saara e a Arábia. Também é possível diferenciar os meteoritos gigantes que geraram grandes meteoritos e os que se fragmentaram e geraram inúmeros fragmentos.

museus do mundo. Nas exposições museais sobre meteoritos, além dessas peças, também são expostas réplicas, lâminas petrográficas, fotografias, fotomicrografias, obras de arte fabricadas com meteoritos, objetos da cultura material relacionados aos meteoritos (como ferramentas e armamentos), coriscos, rochas, minerais, impactitos, tectitos, etc.

Meteoritos são objetos de destaque em museus, e historicamente são colocados na entrada, ou seja, no *hall*, dessas instituições. O *American Museum of Natural History*, em Nova York ampliou, aprimorou e desenvolveu o conceito de “*hall expositivo*”, criando o *Hall dos Meteoritos* que foi financiado pelo filantropo Arthur Ross na década de 1970. De acordo com Ebel (2006), “a era moderna da exibição de meteoritos começa em 21 de maio de 1976, quando foi inaugurada uma exposição permanente em três partes, composta pelo *Harry Frank Guggenheim Hall of Minerals*, *Morgan Memorial Hall of Gems* e *Arthur Ross Hall of Meteorites*” (EBEL, 2006: 279)²⁴³. O conceito foi novamente aperfeiçoado na virada do milênio, com enfoque na pergunta “o que os meteoritos querem nos dizer? – sobre as origens do sistema solar, a formação do planeta e a história de um sistema solar dinâmico (através de impactos)” (EBEL, 2006: 282)²⁴⁴. Em 20 de setembro de 2003 o *hall* foi reinaugurado, com centenas de meteoritos sendo expostos e podendo serem tocados pelo público, além de dioramas do astroblema Meteor Crater, e amostras de impactitos, vidros de impacto e microdiamantes. No desenho expográfico do *American Museum of Natural History*, o *Hall dos Meteoritos* serve de ponte entre o *Hall* do Planeta Terra e o *Hall* do Universo.

No entanto, no caso brasileiro, a centralização de museus de ciência em grandes cidades e no Centro-Sul do país dificultam o acesso à maioria da população, que aliado a uma baixa frequência de museus com temática científica ou tecnológica, tornam um desafio a popularização científica no país. De acordo com Rocha e Marandino (2017):

Os museus e centros de ciências são fontes importantes de conhecimento, e eles vêm contribuindo para a cultura científica, para a educação formal e não formal em ciências e, consequentemente, para a percepção pública do papel da CT&I no desenvolvimento científico e tecnológico do País. Entretanto, ao contrário do que ocorre em outros países, no Brasil o número de visitas a

²⁴³ “The modern era of meteorite display begins on 21 May 1976, when a permanent, three-part exhibition opened, consisting of the Harry Frank Guggenheim Hall of Minerals, Morgan Memorial Hall of Gems and Arthur Ross Hall of Meteorites” (EBEL, 2006: 279).

²⁴⁴ “The focus of the hall is: what do meteorite tell us? – about solar system origins, planet formation and the history of a dynamic solar system (through impacts)” (EBEL, 2006: 282).

essas instituições ainda é muito reduzido. Assim, se as pessoas não vão aos museus, os museus podem ir a elas. Esse é o papel dos museus e centros de ciências itinerantes (...) (ROCHA e MARANDINO, 2017: 50).

Como solução para enfrentamento do problema, tem sido adotadas ações de popularização científica que se traduzem em práticas como ciência móvel e exposições itinerantes. A primeira exposição itinerante no Brasil foi criada pelo naturalista, ornitólogo e taxidermista José Hidasi, em 1965, na cidade de Goiânia, denominada Museu Itinerante José Hidasi (ROCHA e MARANDINO, 2017: 52). Desde então, inúmeras outras iniciativas de exposições itinerantes com a temática científica e tecnológica tem se desenvolvido no país.

Em relação à Meteorítica, o tema é praticamente desconhecido no país. Alves e Peyerl (2015) organizaram a exposição “*Meteoritos no Pontal do Triângulo Mineiro: Venham ver o que Caiu do Céu*” realizada em 2012-2013 em Ituiutaba, Campina Verde e Uberlândia. Na exposição foram expostos exemplares de meteoritos brasileiros e banners relacionados à temática (ALVES e PEYERL, 2015: 31). Além dessa iniciativa, atualmente no país, existem outras duas exposições itinerantes de meteoritos ou relacionados à temática, que são, o *Museu Itinerante de Ciências Naturais*²⁴⁵ organizada por Rodrigo M. Guerra e a *Exposição de Fotomicrografias de Meteoritos* organizada por Augusto Gonçalves Nobre e Gaston Eduardo Enrich Rojas. De acordo com Gonçalves et al. (2019), “o desenvolvimento conceitual da exposição incluiu a elaboração de três tipos de mídias impressas: painéis gerais com informações, painéis de fotomicrografias e outras técnicas analíticas de micro imageamento e instalações interativas” (GONÇALVES et al., 2019: 206). Said (2022) afirma que essa exposição, renomeada como *Os Segredos dos Meteoritos: um Mundo Microscópico Revelado* foi organizada no pátio do Instituto de Geociências da USP, em São Paulo. Apesar da existência dessas iniciativas, é preciso salientar a pouca difusão e alcance de tais propostas, já que o país possui dimensões continentais. Isso indica que existe um enorme nicho relacionado a exposições itinerantes no país, e podem crescer muito nos próximos anos.

Em suma, é importante reconhecer que as exposições itinerantes são de especial interesse em Meteorítica, já que podem ter um potencial de recuperação de

²⁴⁵ O Museu Itinerante de Ciências Naturais tem enorme importância no contexto nacional já que é especializada em meteoritos brasileiros, e aparentemente apresenta mais amostras de meteoritos brasileiros que o MNRJ.

futuros meteoritos em comunidades rurais²⁴⁶, reparação histórica para comunidades que tiveram objetos expatriados, divulgação científica ou popularização científica.

2.2.3 Descaminho e dificuldades de musealização de meteoritos

Segundo Zucolotto et al. (2013), os meteoritos são as caixas pretas dos segredos do universo e “para desvendar os mistérios aí contidos, os meteoritos não podem ser observados apenas por seus formatos, como peças de museu; devem ser estudados como material científico” (ZUCOLOTTO et al., 2013: 101). Além do seu valor museológico e científico – astronômico, astrofísico, cosmoquímico, geológico, geocronológico, mineralógico, petrológico, cristalográfico, biológico, histórico -, os meteoritos possuem valor estético, pecuniário e patrimonial. Golia (2015) reconhece o imenso valor estético dos meteoritos, alçados à condição de objetos de arte, não como antiguidades, mas como “máquinas do tempo futurísticas”:

Aqui, finalmente, é onde os meteoritos diferem das antiguidades. Embora infinitamente mais antigos, evocam não o passado, mas o futuro, algo temporariamente fora do nosso alcance, mas que ainda será alcançado. E no lugar do apreço pelas conquistas de civilizações passadas, os meteoritos inspiram um sentimento de esforço pela descoberta, pelo sempre novo (GOLIA, 2016: 119).²⁴⁷

Meteoritos possuem valor pecuniário e patrimonial. A meteoritomania foi iniciada há séculos por reis e imperadores, mas atualmente são colecionados por magnatas, *self-made men* e bilionários. Apesar do aumento da oferta de meteoritos no mercado, desde a bonança de meteoritos²⁴⁸ na década de 1970, os meteoritos são colecionados e considerados produtos de luxo e estão no mesmo nível que obras de arte, gemas e joias. Seus preços no mercado internacional superam ao do grama do ouro e ao do

²⁴⁶ Cerca de um quarto dos meteoritos brasileiros foram recuperados na zona rural por produtores rurais e trabalhadores rurais, como peões ao cavar cercas e fossas sépticas; tratoristas ao preparar o solo, já que meteoritos, especialmente os sideritos, quebram máquinas agrícolas; boiadeiros ao campear vacas, exatamente nos “trieiros” que o gado abre no meio do mato, graças ao seu comportamento ao andarem em “fila india”, bem como ao procurar o gado desgarrado. Muitos meteoritos eram utilizados por fazendeiros como encosto de portas e chegaram ao conhecimento da ciência graças à agrônomos, geólogos e pesquisadores, em seu trabalho ou pelo estudo do meio.

²⁴⁷ Here, finally, is where meteorites differ from antiquities. Although infinitely older, they evoke not the past but the future, something temporarily beyond our grasp yet still within reach. And in the place of appreciation for the achievements of bygone civilizations, meteorite inspire a sense of striving for discovery, the ever-new (GOLIA, 2016: 119).

²⁴⁸ Graças ao Tratado da Antártida de 1959, os meteoritos encontrados no continente não podem ser comercializados. Por outro lado, os meteoritos recuperados em desertos são amplamente comercializados, alguns podendo alcançar cifras milionárias, como o raríssimo meteorito marciano NWA7035, o “Black Beauty”, encontrado no Saara Ocidental em 2011.

quilate do diamante, e por isso sua aquisição pode ser considerada um investimento, possuindo assim valor monetário e especulativo. De acordo com Norton (1998), em suas caçadas e negociações de compra e venda de meteoritos, H. H. Nininger acabou estabelecendo o padrão monetário internacional de comercialização de meteoritos: *one dollar per pound*²⁴⁹, ou seja, aproximadamente 1 dólar por ~500 gramas. Devido à grande variedade de meteoritos, bem como a sua escassez, beleza, história e raridade, os preços podem variar bastante no mercado internacional (NORTON, 1998: 64-65). Para isso, existe uma fórmula²⁵⁰ que determina o valor de um meteorito. Apesar de tudo, o comércio de meteoritos envolvendo caçadores de meteoritos e *dealers* com proprietários de meteoritos, curadores de museus e colecionadores, bem como o valor de compra e venda desses objetos podem ser considerados informações privilegiadas, que não são muito conhecidas. Isso alimenta a crença popular de que meteoritos possam valer verdadeiras fortunas, o que pode efetivamente não condizer com a realidade do mercado.²⁵¹

Devido ao valor pecuniário dos meteoritos, eles enfrentam inúmeros problemas relacionados à musealização e monumentalização desses objetos. De acordo com Bralon (2018), diferentemente da patrimonialização, a musealização pode ser definida como um processo social ativo:

A realidade ou os objetos musealizados, em sua ressignificação museológica, são imediatamente confundidos com o patrimônio. No entanto, nem toda patrimonialização significa uma musealização. Para Stránský (1995, p.29), enquanto a patrimonialização, expressão demasiado vaga, designa um tipo de preservação passiva, a musealização, ao contrário, dependeria de uma abordagem ativa, que perpassa três ramificações previstas na teoria da Museologia proposta pelo autor: a seleção, a tesaurização e a comunicação. É, portanto, a partir da teoria stranskiana que se passaria a entender a musealização como um processo social em cadeia (BRULON, 2018: 195-196).

Baseado na teoria stranskiana, Bralon (2018) afirma que a musealização envolve três componentes: a seleção, a tesaurização e a comunicação. Em relação à seleção

²⁴⁹ Em meados do século XX o valor de um meteorito era um dólar por um *pound* ou libra (que equivale a 453,592 gramas, ou mais ou menos 0,500 g). Mourão (1996) traz uma relação dos valores de vários tipos de meteoritos comercializados no mercado internacional de meteoritos em 1996, que podem estar desatualizados.

²⁵⁰ De acordo com Zucolotto et al. (2013), a fórmula de cálculo do valor de um meteorito é: $V = \sqrt[3]{1/W \times T}$, onde V é o valor do meteorito, W é o peso total do meteorito e T é o peso total do tipo do meteorito (ZUCOLOTTO et al. 2013: 148).

²⁵¹ No caso dos meteoritos brasileiros, a maioria não se sabe como foram vendidos ou cedidos esses objetos, assim como os valores que foram comercializados. Também é importante mencionar que esse é um tipo de informação difícil de se recuperar.

corresponde ao potencial museal de certos objetos e mesmo o valor como objeto digno de ser monumentalizado. Por outro lado, a tesaurização está no valor desse objeto como documento no conjunto do acervo do museu. E, por fim, a comunicação museológica “é o processo por meio do qual uma coleção ganha sentido, tornando-a acessível e transmitindo o seu valor científico, cultural e educativo para um público” (BRULON, 2018: 196).

Nesse sentido, os meteoritos são considerados historicamente objetos com alto valor museal reconhecidos, e a musealização desses objetos como um processo social ativo, enfrenta inúmeros problemas no Brasil e no mundo. Entre os principais problemas enfrentados no país relacionados ao processo de musealização de meteoritos, envolvem a posse e propriedade desses objetos, o comércio e o destino ou repositório.

Em relação à posse e à propriedade de meteoritos, no caso brasileiro inexiste uma legislação que regulamente o setor. Vilas Boas et al. (2020) afirma que a propriedade de meteoritos no país possui três núcleos de interesse: a comunidade científica, os colecionadores e os moradores locais (VILLAS BOAS et al., 2020: 84). Além desses três núcleos de interesse, é importante destacar um quarto núcleo de interesse relacionado à propriedade de meteoritos, que é exatamente a dos caçadores e *dealers* de meteoritos que possuem interesse mercadológico no livre comércio de meteoritos, mesmo que este favoreça práticas criminosas como o contrabando, o descaminho, o tráfico ilícito de bens culturais e o próprio desfalque as comunidades atingidas por quedas de meteoritos. Por parte dos moradores locais, também existe uma recusa por parte das pessoas comuns a entregarem essas peças para um museu, para que possam ser pesquisadas por especialistas e expostas ao público. Isso significa que grande parte dos meteoritos brasileiros são apenas identificados e continuam com a sua localização desconhecida. Isso se deve ao próprio desconhecimento da importância dos meteoritos para a ciência por parte da maioria da população no país. A posse de meteoritos na população pode gerar riscos de vida aos seus possuidores, como os casos recentes dos meteoritos Campinorte e Santa Filomena.

O comércio de meteoritos também gera muitas controvérsias, em escala internacional e nacional. O comércio de meteoritos é um subproduto do comércio de minerais, rochas e gemas e existe desde o século XIX, e uma prática comum nesse

segmento é que novos meteoritos recém-descobertos sejam fatiados e vendidos para colecionadores e museus em todo o mundo. Após a popularização da temática realizada por H. H. Nininger e especialmente com a Corrida Espacial, o comércio de meteoritos cresceu e tornou-se um *hobby* para muitas pessoas interessadas no tema. Nesse caso, Zucolotto (2014) reconhece a importância do comércio de meteoritos para ciência, mas defende que é necessário a regulamentação legal do setor no Brasil:

Mas, embora pareça estranho, parece que a meteorítica só deverá crescer no Brasil quando houver interesse comercial, assim como nos Estados Unidos onde o maior divulgador da meteorítica, o autodidata Harvey H. Nininger (1887-1986), foi também o primeiro comerciante de meteoritos. Mesmo com essa visão capitalista, a ciência irá ganhar, pois os meteoritos, para serem comercializados, têm que ser primeiros pesquisados, analisados e uma amostra ser depositada em um centro de pesquisa e curadoria. Assim, faz-se necessário que se tenha uma lei no Brasil que seja conveniente para o desenvolvimento da meteorítica (ZUCOLOTTO, 2014: 385).

A necessidade de regulamentação do setor tem sido discutida recentemente no país, como por José Monserrat Filho (2016) e Villas Boas et al. (2020). O problema é que analisando o histórico autoritário, elitista, proibitivista e punitivista brasileiro, certamente haverá em breve uma lei que criminaliza o cidadão que eventualmente tropece em um meteorito.²⁵² Uma criminalização da posse de meteoritos favorece a desconfiança do povo com as autoridades, o que é legítimo, por um lado, que por sua vez incentiva a não comunicação da posse desses objetos e o crime, como o descaminho. Nesse caso, uma lei que regule o setor pode ter o efeito contrário, e a história tem mostrado isso, como afirma Burke (1986).

Por fim, o destino ou repositório também são um problema enfrentado na musealização de meteoritos no país. Ao contrário do que se acredita, o Museu Nacional no Rio de Janeiro não é o destino final dos meteoritos brasileiros. Os meteoritos brasileiros estão descentralizados e dispersos por todo o país. Além do

²⁵² A legislação brasileira acerca do patrimônio mineral, paleontológico, arqueológico e histórico nacional são punitivistas para os descobridores. No país, caso um cidadão comum encontre uma pepita de ouro, um fóssil, uma pedra de raio ou um artefato histórico pode ser acusado deliberadamente de cometer um crime. Mesmo o garimpo sendo permitido pela legislação, a Lei 7.805/89, é preciso o registro profissional para exercer a função. Os patrimônios paleontológicos, arqueológicos e históricos também são protegidos por legislações específicas no Brasil, considerados bens da união. Uma legislação punitivista como a nossa favorece o descaminho e mesmo a não comunicação de achados acidentais ou ocasionais as autoridades, o que de fato desfavorece o desenvolvimento da ciência no país e mesmo no mundo.

MNRJ²⁵³, outros museus brasileiros que possuem meteoritos em seus acervos são o Museu da Geodiversidade e o Museu de Ciências da Terra do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) no Rio de Janeiro, o Instituto de Geociências da USP em São Paulo, o Museu Djalma Guimarães e o MM Gerdau Museu das Minas e do Metal em Belo Horizonte, a Escola de Minas de Ouro Preto em Ouro Preto, o Museu Geológico da Bahia em Salvador, o Museu de Geociências da UNB em Brasília. Algumas pequenas cidades brasileiras também possuem meteoritos em seus acervos como Palmas de Monte Alto (BA), Arroio do Meio (RS), Nova Petrópolis (RS), Putinga (RS) e Ametista do Sul (RS). No país também se destacam as coleções privadas dos colecionadores de meteoritos Hardy Grunewaldt²⁵⁴, Carlos José Vieira²⁵⁵, André Moutinho, Rodrigo M. Guerra e Suzanne de Paula.

Muitos dos meteoritos brasileiros foram alvo do descaminho, e atualmente estão na Alemanha, Itália, Cidade do Vaticano, Sérvia, EUA ou Nova Zelândia²⁵⁶. Muitos caçadores de meteoritos, *dealers* e colecionadores podem não respeitar as leis existentes em um país e mesmo o código de ética do ICMA²⁵⁷. O mercado de meteoritos também pode estar repleto de *scammers*.

Em relação aos meteoritos é possível enumerar certas práticas que podem serem qualificadas como crimes, tais como o descaminho, o furto²⁵⁸, o extravio ou

²⁵³ De acordo com Nascimento-Dias (2022), a coleção de meteoritos do Museu Nacional no Rio de Janeiro é a maior do país, e possui em seu acervo alguns dos maiores meteoritos brasileiros como o Bendegó, o Santa Luzia, o Pará de Minas, o Patos de Minas (octaedrito) e o Santa Filomena.

²⁵⁴ HARDY GRUNEWALDT : médico e colecionador de meteoritos brasileiro nascido em Candelária, Rio Grande do Sul em 1925 e falecido em 2006. Quando adolescente testemunhou a queda do Meteorito Putinga em Arroio do Meio e desde então tornou-se um entusiasta no assunto. Como médico foi um dos sócios fundadores da Unimed. Auxiliou na identificação dos meteoritos Putinga, Nova Petrópolis, Soledade, Porto Alegre, Lavras do Sul e Balsas (ZUCOLOTTO, 2014: 383-384). Também foi o primeiro colecionador de meteoritos do Brasil, e a sua coleção foi exposta no Museu da Ciência e Tecnologia da PUC-RS entre outubro de 2000 e março de 2001. Atualmente o seu acervo pessoal está em Arroio do Meio ou em Nova Petrópolis. Também encomendou a mais bela pintura de uma queda de um meteoro no país, a tela da queda do Putinga, colorida pela artista plástica Gisela Schinke.

²⁵⁵ A coleção de Carlos José Vieira é citada como a maior coleção privada do país (VIEIRA, 2005: 66).

²⁵⁶ De acordo com dados do *Meteoritical Bulletin Database* e Scorzelli et al. (2010) alguns dos meteoritos brasileiros estão em outros países, como o Santa Vitória do Palmar e o Minas Gerais (b) na Alemanha, o Governador Valadares na Itália, o Pirapora na Cidade do Vaticano, o Morro do Rocio na Sérvia, o Socorro nos EUA, e o Iguaraçu na Nova Zelândia.

²⁵⁷ Apesar da imagem romantizada de aventureiros, muitos caçadores de meteoritos colecionam episódios não muito louváveis. Robert A. Haag foi preso na Argentina em 1990 acusado de tentativa de furto do El Chaco, parte do *Campo del Cielo* (NORTON, 1998: 297-298). O caçador de meteoritos conseguiu a partir de negociações ilegais a compra do Esquel (maior pallasito do mundo encontrado na Argentina) e do Calcalong Creek (único meteorito lunar encontrado na Austrália) (MOURÃO, 2019: 286-287).

²⁵⁸ No Brasil existem inúmeros casos de meteoritos que foram furtados dentro de museus como o da coleção pessoal de meteoritos de Djalma Guimarães que era exposta em uma feira localizada na Rua Bahia em Belo Horizonte (ZUCOLOTTO, 2014: 382); o Conquista foi furtado da UFMG; a tentativa de

desaparecimento desses objetos²⁵⁹, o saque²⁶⁰, o tráfico ilícito de bens culturais²⁶¹, o desfalque às comunidades, e o descaso.

A remoção de meteoritos de seus locais originais pode também causar um desfalque às comunidades. Por um lado, muitos meteoritos brasileiros não estão nos seus locais originais de achado, o que dificulta o acesso local à ciência pelas comunidades. Por outro lado, podem inexistir museus locais. De acordo com a Convenção sobre as Medidas a serem Adotadas para Proibir e Impelir a Importação, Exportação e Transferência de Propriedades Ilícitas dos Bens Culturais da UNESCO (1970), recomenda-se a repatriação de bens expatriados de nações e comunidades, como uma forma de reparação histórica ou compensação às comunidades. Christofoletti (2017) é taxativo ao afirmar que a repatriação de objetos pode não ter impacto algum ou não significar nada para as comunidades afetadas:

Embora muita atenção se dê ao ato da repatriação em si, nem sempre a devolução da obra causa comoção ou retém significado maior nos países e/ou culturas que a produziram; caindo às vezes até no limbo do esquecimento e tornando-se, inclusive, inacessíveis ao público (CHRISTOFOLETTI, 2017: 124).

Nesse caso, os discursos podem ser antagônicos e contraditórios. Porém, existem formas de compensar essa ausência, como a edificação de pequenos museus locais, exposição de amostras de meteoritos substitutos ou mesmo réplicas.

Também é importante mencionar o descaso do poder público em relação à curadoria do patrimônio nacional patrimonializado e musealizado. O poder público criminaliza muitas iniciativas populares de identificar riquezas, mas terceiriza certas funções essenciais do Estado, e se omite da responsabilidade sobre a salvaguarda do bem público tombado e protegido, permitindo o sucateamento das instituições.

Como forma de minimizar o problema, sugerimos algumas soluções que poderiam ser adotadas que teriam melhor alcance na patrimonialização e musealização dos meteoritos brasileiros. O país deveria adotar uma política pública e criar um fundo de recuperação dessas peças, no qual as pessoas possam ser

²⁵⁹ furto do Angra dos Reis e Serra de Magé do MNRJ em 1997; e o Santa Vitória do Palmar foi furtado da UFRGS.

²⁶⁰ Muitos meteoritos brasileiros desaparecem em coleções particulares, como a segunda massa do meteorito Angra dos Reis. Alguns meteoritos desaparecem dentro dos próprios museus, como foi o caso do meteorito Ubá, que foi reencontrado nos escombros do incêndio do MNRJ.

²⁶¹ Os meteoritos podem ser alvo de saques em guerras e conquistas territoriais imperialistas.

²⁶² Em 2010, um boliviano foi preso no Brasil com uma amostra do Varre-Sai (VILAS BOAS et al., 2020: 86-87).

recompensadas e não penalizadas pelos seus achados, que possuem interesse público, nacional, especialmente de cunho científico. Muitos museus adotaram um conjunto de boas práticas que também poderiam serem seguidos. O AMNH possui um fundo privado para aquisição de meteoritos para o museu, e a exposição de museus é financiada, com sucesso por filantropos ou pela iniciativa privada, como é o caso do *Arthur Ross Hall of Meteorites*.

A multiplicação de ações educativas e de popularização e divulgação científica também podem auxiliar na alfabetização e letramento científico e na conscientização das pessoas. Assim, é só a partir da educação que é possível conscientizar as pessoas comuns da importância científica de achados arqueológicos, históricos, paleontológicos e meteoríticos, e que esses objetos devem ser entregues para instituições que possam salvaguardá-los, realizarem à devida curadoria, as pesquisas científicas e a exposição pública dessas peças, bem como as pessoas possam ser recompensados pelos seus feitos e que hajam tanto legislação quanto políticas públicas que favoreçam tais práticas.

CAPÍTULO 3

METEORITOS NO ENSINO: TEORIA E PRÁTICA

Neste capítulo propomos levantar algumas discussões sobre os meteoritos e a Meteorítica como objeto do conhecimento no ensino e a sua utilização em sala de aula. O tema é praticamente inexplorado no ensino, não só no Brasil, mas também em todo o mundo, mesmo que os meteoritos e a meteorítica possam ser úteis para explicar inúmeros conceitos utilizados no dia-a-dia da sala de aula, especialmente no ensino de algumas disciplinas escolares como a geografia, a biologia e a química, e de alguns assuntos como a datação do Sistema Solar e da Terra; a origem da vida e as hipóteses relacionadas ao surgimento da vida; a árvore da vida, a irradiação e a extinção das espécies na Terra; o modelo geoquímico e geofísico da Terra; etc. No entanto, reconhecemos que a utilização do tema sobre meteoritos e da Meteorítica como objetos de ensino seriam mais bem explorados de uma forma interdisciplinar, especialmente entre disciplinas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) e das Ciências Humanas e Sociais Aplicadas (CHSA), a partir da adoção de eixos temáticos como Ciência e Tecnologia; História das Ciências; ou Meteoritos e Meteorítica e sua natureza, ciência, história e cultura.

Inicialmente, descrevemos as potencialidades e as limitações do uso do tema dos meteoritos e da meteorítica como objeto de conhecimento em sala de aula, especialmente na atual proposta curricular da educação básica brasileira, já que a temática está presentemente diluída no currículo em diversas disciplinas e em várias etapas da grade curricular. Assim propomos a exploração da temática de forma interdisciplinar, integrando a história e a ciência, utilizando a metodologia de projetos e uma nova forma de pensar a ludicidade no ensino-aprendizagem. Por fim, trazemos algumas sugestões de ações educativas que possam integrar um projeto de ensino sobre meteoritos, especialmente em nível local, no qual seja possível repensar formas de escrita sobre a sua história, formas de inovação em sala de aula utilizando ciência e tecnologia, formas de patrimonialização ou usufruto dos locais em que foram encontrados, e formas de musealização e exposição desses objetos ou réplicas.

3.1 Potencialidades e limitações dos meteoritos e da meteorítica como objeto de conhecimento em sala de aula

Primeiramente, é preciso reconhecer que existem limitações e algumas potencialidades no estudo de meteoritos e da ciência meteorítica como objetos do conhecimento em sala de aula. Entre as limitações estão a diluição dos conceitos básicos da meteorítica em várias disciplinas escolares na matriz curricular brasileira e a falta de obras didáticas e de referência sobre o seu uso em sala de aula.²⁶² Entre as potencialidades, é preciso reconhecer que o tema pode exercer certo fascínio e curiosidade nas pessoas, o que pode ser um ponto favorável para utilizá-lo como objeto de ensino em sala de aula. Assim, a partir da análise de conteúdo dos documentos oficiais que regem a educação básica procuramos identificar as possibilidades de se trabalhar a temática em sala de aula, seja de forma disciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, transversal ou interáreas.

A meteorítica é uma ciência praticamente inexplorada no ensino, tanto no Brasil quanto no mundo. As únicas obras sobre meteoritos e meteorítica aplicadas ao ensino identificadas foram as de Lindstrom et al. (1994), Costa (2020), Oliveira et al. (2020), Almeida Junior e Ferro (2022) e Santos et al. (2023).

A obra de Lindstrom et al. (1994) é a mais abrangente e propõe dezenove planos de aula que se adequam ao currículo escolar norte-americano, reconhecendo a meteorítica como um subcampo das Ciências do Espaço e das Geociências, e os conceitos básicos desses campos de estudo estão diluídos no currículo em diversas disciplinas escolares como as Ciências Naturais, a Geografia, a História e a Matemática. Entre os objetos de conhecimento abordados estão: o espaço; a dinâmica planetária e o sistema Terra; os recursos naturais e os parques nacionais; a história da ciência, os cientistas e as carreiras científicas; o método científico; e o sistema métrico decimal. Além disso, os autores recomendam o uso opcional de amostras de meteoritos em sala de aula, que foram disponibilizados gratuitamente como *kits* didáticos contendo seis amostras de “pedaços de asteroides [que] representam produtos de processos planetários básicos: acréscio, diferenciação, vulcanismo e impacto” (LINDSTROM et al., 1994: IV-IX)²⁶³.

²⁶² Apesar de tudo, temas relacionados à meteorítica têm sido recorrentes em provas do ENEM, vestibulares e mesmo em concursos públicos locais. Os temas mais recorrentes são: sistema de medidas astronômicas; gravitação; física, química e matemática aplicada aos pequenos corpos do Sistema Solar; quedas, eventos e impactos de meteoros; origem da vida, teorias e experimentos; idade da Terra; escala geológica da Terra; extinções em massa.

²⁶³ “These pieces of asteroids represent the products of basic planetary processes: accretion, differentiation, volcanism and impact” (LINDSTROM et al., 1994: IV).

As outras obras propõem sequências didáticas a serem utilizadas no ensino, mas nenhuma delas está relacionada à história. Costa (2020) sugere uma sequência didática relacionada à missão espacial OSIRIS-REx ao asteroide Bennu, com uso de inúmeros recursos didáticos como mapas mentais e infográficos, e recomenda como atividade de aprendizagem a elaboração pelos estudantes de um mural virtual a partir da ferramenta *Jamboard* do Google. Oliveira et al. (2020) utiliza o episódio da queda do meteorito histórico Serra de Magé para contextualizar e explicar a gravitação e as Leis de Kepler no ensino de astronomia básica. Almeida Júnior e Ferro (2022) sugerem uma sequência didática relacionada aos asteroides, o risco de impacto de asteroides no planeta, a formação de crateras de impacto e o projeto brasileiro Impacton²⁶⁴. Por sua vez, Santos et al. (2022), a partir da teoria da aprendizagem significativa, organizaram uma sequência didática relacionada à utilização dos meteoritos no ensino e um almanaque meteorítico. Essas poucas obras demonstram que a meteorítica é praticamente inexplorada no ensino.

Uma outra limitação inerente a esse objeto do conhecimento no ensino é a sua diluição no currículo escolar, presente tanto na matriz curricular norte-americana como na brasileira. No Brasil, a Base Nacional Curricular Comum (BNCC), os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) e os PCN+ Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais são os principais documentos oficiais que estruturam o currículo escolar da educação básica e os conteúdos das diversas disciplinas escolares. Por um lado, temos os PCNs, que fazem a distribuição dos conteúdos ou objetos da aprendizagem por disciplinas estanques, e por outro temos a BNCC (2018), com uma proposta de integração entre os conteúdos escolares por grandes áreas do saber, propondo a integração interdisciplinar entre as diversas disciplinas escolares e com enfoque em competências e habilidades.²⁶⁵ A partir da análise do conteúdo dos documentos oficiais curriculares brasileiros, a BNCC e os

²⁶⁴ Impacton é um projeto do Observatório Astronômico do Sertão de Itaparica (OASI) que tem como objetivo identificar planetas menores ou pequenos corpos do Sistema Solar.

²⁶⁵ De qualquer forma, parece haver um problema de interpretação desses dois documentos que passaram a reger a educação básica brasileira, especialmente no que se refere à um suposto entendimento de que a BNCC substitui os PCNs, o que de fato não pode ser considerado. Outro problema é a prática de um currículo interdisciplinar proposto pela BNCC, que pressupõe maior integração entre as disciplinas escolares e os docentes, mas que se torna problemática na educação na prática, dado ao caráter mercadológico, burocrático e utilitário do ensino, ou seja, existem problemas como a falta de tempo e de diálogo entre educadores para planejamento de ações educativas integradas.

PCNs, foi possível reconhecer que existem potencialidades de ensino de conceitos, conteúdos e problemas relacionados aos meteoritos e a sua ciência, de forma disciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, interáreas e transversal.

A meteorítica, como ciência, possui uma natureza interdisciplinar, e é, como vimos anteriormente, um subcampo da astronomia e da geologia. No currículo da educação básica brasileira, essas duas disciplinas estão presentes em Ciências Naturais (em especial a astronomia) e Ciências Humanas (em especial a geologia). A astronomia²⁶⁶ foi até o século XX uma disciplina escolar, do qual o ensino de geografia ou cosmografia era parte. No século XX há uma inversão de posições, com a geografia assumindo a proeminência na disciplina (BURKE, 2003: 95). Por sua vez, de acordo com Qutub e Hussey (1971), a geologia passou a adentrar no currículo escolar estadunidense especialmente a partir do programa *Earth Science Curriculum Project*, desenvolvido por um conjunto de especialistas norte-americanos na década de 1960 com objetivo de levar para a sala aula as inovações teóricas e práticas experimentadas no período pelas geociências, como a tectônica de placas, a geomorfologia, o sensoriamento remoto, a tecnologia dos satélites meteorológicos, etc. (QUTUB e HUSSEY, 1971: 3). Como a astronomia e a geologia não são disciplinas escolares, seus conteúdos estão diluídos nas Ciências Naturais – física, química e biologia – e nas Ciências Humanas – geografia e história. Em relação ao ensino de história, podem-se enumerar duas possibilidades importantes: a história da ciência e a história regional e local. Também reconhecemos que a temática também pode ser explorada em outras disciplinas como filosofia, matemática e artes.

Apenas uma abordagem interdisciplinar ou transdisciplinar seria capaz de fornecer os subsídios para que os estudantes refletissem sobre o conceito de cidadania planetária, defendida por Morin et al. (1994) no artigo 8 da Carta da Transdisciplinaridade:

A dignidade do ser humano é também de ordem cósmica e planetária. O surgimento do ser humano sobre a Terra é uma das etapas da história do Universo. O reconhecimento da Terra como pátria é um dos imperativos da transdisciplinaridade. Todo ser humano tem direito a uma nacionalidade, mas, a título de habitante da Terra, é ao mesmo tempo um ser transnacional. O reconhecimento pelo direito internacional de um pertencer duplo - a uma nação e à Terra - constitui uma das metas da pesquisa transdisciplinar (MORIN et al., 1994: 2).

²⁶⁶ A Astronomia era uma das sete artes liberais, parte do *Quadrivium*, e este junto ao *Trivium* formavam a base educacional ocidental da antiguidade clássica até o século XIX.

Analizando a BNCC e as unidades temáticas das Ciências da Natureza e das Ciências Humanas no Ensino Fundamental e no Ensino Médio é possível realizar algumas aproximações entre as competências específicas e habilidades requeridas das diversas disciplinas escolares de forma concomitante. No Ensino Fundamental as unidades temáticas selecionadas de Ciências da Natureza são *Terra e Universo* e *Vida*; de Geografia, *Conexões e Escalas*; e de História, *História da Comunidade* e *História do Município*. No Ensino Médio, as unidades temáticas selecionadas de Ciências da Natureza são *Vida, Terra e Universo*; e de Ciências Humanas são *Indivíduo, Natureza, Sociedade, Cultura e Ética e Tempo e Espaço*. No Ensino Médio, as competências específicas 2 e 3 das CNT e as competências específicas 1 das CHSA também se integrariam. Entre as habilidades é ainda mais abrangente, pois o ensino pode contemplar habilidades de todas as competências específicas de CNT e CHSA.

A BNCC é o currículo mínimo e como base nacional não exclui a escala regional, local ou comunitária no ensino. Nos PCNs, a história local é um conteúdo previsto nas Ciências Humanas a partir do modelo de aprendizagem dos círculos concêntricos, ou seja, com enfoque especialmente no Ensino Fundamental I. As unidades temáticas das Ciências da Natureza (Terra e Universo), da Geografia (Conexões e Escalas) e da História (História da Comunidade e Município) se encaixam perfeitamente no 2º e 3º ano do Ensino Fundamental I que corresponde ao período do desenvolvimento inicial da criança e ao da alfabetização e letramento básico. Destarte, Huizinga (2019) enfatiza que as primeiras indagações dos seres humanos na infância estão relacionadas exatamente aos problemas cosmogônicos, ou seja, sobre a origem do universo (HUIZINGA, 2019: 142). Nesse caso, o estudo dos meteoritos em escala local de forma interdisciplinar seria adequado tanto às matrizes curriculares quanto ao desenvolvimento cognitivo e etário das crianças, sendo assim bastante promissoras.

De toda forma, o tema meteorito seria mais bem explorado no ensino a partir da interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade, com integração de componentes curriculares no ensino, como o ensino de história, ensino de geografia e ensino de ciências naturais particulares, ou seja, aproximação entre as áreas das ciências humanas e das ciências da natureza. Essa abordagem integrada poderia fornecer os conceitos, as atitudes, as competências e as habilidades necessárias para compreender a temática e os seus principais problemas, como ciência, alfabetização

e letramento científico, memória, consciência histórica, imaginação histórica, educação patrimonial e educação museal. E entre os conteúdos²⁶⁷ teóricos podem-se destacar: o sistema solar, a origem da vida, a história natural da Terra, a datação da Terra, impactos, rochas e minerais, geologia estrutural e geomorfologia, química descritiva, história regional e local, cartografia topográfica e temática. E entre as práticas: o estudo do meio, educação museal, educação patrimonial, experimentos científicos e aulas de laboratório.

A BNCC favorece a aproximação interáreas entre CNT e CHSA, e nesse caso destacamos três possibilidades que podem serem caminhos para a integração desses saberes e formas de utilização do tema em sala de aula: a Ciência e a Tecnologia, a História da Ciência e mesmo a temática Meteoritos e Meteorítica.

A primeira possibilidade é o uso da CT como um tema transversal. A BNCC atualizou e reformulou os Temas Transversais que passaram a ser denominados como Temas Contemporâneos Transversais (TCTs), e incluiu Ciência e Tecnologia nesse tipo de abordagem educativa. Ao contrário da transdisciplinaridade, a transversalidade pode ser definida, de acordo com Brasil (2019), como:

Já o transversal pode ser definido como aquilo que atravessa. Portanto, TCTs, no contexto educacional, são aqueles assuntos que não pertencem a uma área do conhecimento em particular, mas que atravessam todas elas, pois delas fazem parte e a trazem para a realidade do estudante. Na escola, são os temas que atendem às demandas da sociedade contemporânea, ou seja, aqueles que são intensamente vividos pelas comunidades, pelas famílias, pelos estudantes e pelos educadores no dia a dia, que influenciam e são influenciados pelo processo educacional (BRASIL, 2019: 7).

A segunda possibilidade é a partir da História das Ciências. Na BNCC, a História da Ciência, de acordo com uma nota oficial da Sociedade Brasileira de História da Ciência (SBHC) de 2016, é mencionada apenas nas CNT e é ausente nas CHSA, em especial no Ensino de História (SBHC, 2016: 1). Porém, analisando detalhadamente a estrutura da BNCC – áreas do saber, componentes curriculares, competências específicas dos componentes, unidades temáticas e habilidades -, a História da Ciência aparece de forma implícita. Isso significa que mesmo que não seja mencionado especificamente o termo história da ciência nos documentos curriculares

²⁶⁷ Apesar da Teoria das Competências de Philippe Perrenoud estar no âmago da BNCC, acreditamos que a aprendizagem é melhor planejada a partir dos conteúdos, ou seja, os conteúdos direcionam às competências e as habilidades requeridas na aprendizagem. Perrenoud (1999) apenas inverteu a ordem do planejamento didático.

oficiais do ensino de história, não impede que ela seja utilizada como um objeto do conhecimento válido em sala de aula. Nesse caso, Aquino (2017) afirma o papel que a história das ciências deve ter no ensino:

Nesse sentido, a história das ciências deve revelar: a interdependência de fatores científicos e extracientíficos; a interferência de políticas gerais ou específicas no direcionamento de linhas e / ou no estabelecimento de prioridades de pesquisa; a relação inextricável e dinâmica entre o saber técnico-científico e os diferentes contextos culturais entre outros (AQUINO, 2017: 31).

A História da Ciência pode ser utilizada no ensino a partir de uma integração bidisciplinar, multidisciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar, transversal (TCTs Ciência e Tecnologia) e interáreas (CNT e CHSA). Nesse caso, o Ensino de História torna-se um componente obrigatório.

Uma terceira e última possibilidade é a utilização dos meteoritos como um eixo temático ou como um tema gerador, no qual sejam discutidos aspectos sobre a sua natureza, ciência, história e cultura. As competências e habilidades previstas na BNCC são muito abrangentes, e por isso facilitam esse tipo de abordagem no ensino. Nesse caso a temática poderia ser explorada a partir a metodologia de projetos ou ofertados como disciplinas optativas ou eletivas.

3.2 Interfaces entre ensino de história e história das ciências nas abordagens HFC, CTSA e STEAM

A história da ciência possui suas raízes nas reflexões originárias da história natural e da história da natureza, com uma mudança de foco ontológica para epistemológica, que faz uma reflexão sobre o objeto do conhecimento, as ideias relacionadas a esses objetos e a forma como os seres humanos instrumentalizam o objeto e o próprio conhecimento sobre esse objeto.

A História da Ciência como um objeto de ensino possui três diferentes abordagens que são a História e Filosofia da Ciência (HFC), a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Meio Ambiente (CTSA) e a Ciência, Tecnologia, Engenharia, Artes e Matemática (STEAM). Todas essas abordagens nasceram a partir de reflexões teóricas e metodológicas nas Ciências Naturais particulares e suas aplicações no ensino. A contribuição metodológica das Humanidades no ensino de História da Ciência é limitada ao uso de novos temas em sala de aula proporcionados pela

Revolução Documental propiciadas pela Nova História. Isso sugere uma falta de integração entre Ciências Naturais e o diálogo com Ciências Humanas, mais da parte das Humanidades, o que pode e deve ser mudado. Considerando as origens epistêmicas dessas metodologias, são de certa forma, transposições didáticas ou mediações didáticas do conhecimento científico aplicado à educação e tem suas origens nas ciências naturais particulares e seu interesse em ensinar ciência de forma mais contextualizada com a realidade dos estudantes, ao invés de equações, fórmulas e cálculos. Outro benefício dessas abordagens é a tentativa de integração entre componentes curriculares a partir da multidisciplinaridade, interdisciplinaridade, transdisciplinaridade e transversalidade.

Na abordagem HFC há uma aproximação das ciências naturais particulares com a sua história e as suas reflexões filosóficas. De acordo com El-Hani (2006), os objetivos da HFC no ensino são:

Abordagens contextuais têm sido propostas com o intuito de mudar os currículos de Ciências, em todos os níveis de ensino, propondo-se que elas podem contribuir para (i) humanizar as ciências, conectando-as com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas; (ii) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e estimular o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e pensamento crítico; (iii) promover uma compreensão mais profunda e adequada dos próprios conteúdos científicos; (iv) melhorar a formação dos professores, ajudando-os no desenvolvimento de uma compreensão mais rica e autêntica da ciência; (v) ajudar os professores a apreciar melhor as dificuldades de aprendizagens dos alunos, alertando para as dificuldades históricas no desenvolvimento do conhecimento científico; (vi) promover nos professores uma compreensão mais clara de debates contemporâneos na área de educação com um forte componente epistemológico, a exemplo dos debates sobre o construtivismo ou o multiculturalismo (Matthews 1992, 1994) (EL-HANI, 2006: 5).

Já na abordagem CTSA²⁶⁸ há uma aproximação das ciências naturais particulares com a política, principalmente relacionada à temas sociais e ambientais, as questões sociocientíficas (QSCs), que segundo Conrado (2017):

No caso de uma educação CTSA, e mesmo orientada por QSCs, que busca explicitar valores e tecer relações entre CTSA, pretender, no ensino de ciências, menos do que a abordagem pode oferecer, pode ser interpretado como, além de um desperdício de oportunidade para a formação integral do sujeito, um risco de um aprendizado implícito, acrítico e não reflexivo de determinados valores, ideologias, uma vez que se insere, explicitamente, no conteúdo a ser aprendido e avaliado, apenas conhecimentos, informações (ou até alguns procedimentos e técnicas), como se o processo educativo fosse ideologicamente, politicamente e eticamente neutro, em termos valorativos, reforçando a redução da importância de uma formação ética e

²⁶⁸ A abordagem CTSA também pode ser denominada como CTS, STS e STSA.

política do estudante para lidar, por exemplo, com problemas socioambientais atuais. Portanto, se o objetivo da educação científica é o preparo de cidadãos socioambientalmente responsáveis, capazes de ações sociopolíticas em direção à maior justiça social e sustentabilidade ambiental, um ensino de ciências que oculta questões éticas, políticas, econômicas, históricas, etc. do processo de aprendizagem, abordando somente aspectos conceituais e técnicos da ciência, terá uma contribuição limitada para o alcance de tal objetivo da educação (CONRADO, 2017: 93).

Por fim a abordagem STEAM²⁶⁹, de acordo com Bacich e Holanda (2020), “é aquele pautado na realização de projetos, que tem como metodologia a aprendizagem baseada em projetos (ABP), e que irá promover nos estudantes um censo de relevância dos conhecimentos científicos desenvolvidos na educação básica” (BACICH e HOLANDA, 2020: 5). Para os autores a metodologia STEAM também se aproxima da cultura *maker*. Apesar da abordagem STEAM ter o seu foco em ciência, tecnologia, engenharia e matemática, de acordo com Yakman (2008), a proposta foi ampliada para incluir as humanidades - entre elas a história -, que se insere dentro da letra A do anagrama, que significa *arts* ou *design* (YAKMAN, 2008: 18).

Pode-se afirmar que todas essas abordagens aproximam a ciência e a tecnologia da filosofia, da história, da política e do humanismo. Segundo Koselleck (2014)²⁷⁰, uma característica intrínseca da história é exatamente a sua função política:

Evidentemente, é necessário diferenciar entre a função política que uma ciência pode, mas não precisa, ocupar a qualquer momento e a influência que isso exerce, ou não, sobre a política. Os temas das ciências naturais puras, por exemplo, não têm implicação política: seus resultados podem ser usados universalmente e, em si, são apolíticos. Mesmo assim, a função política dessas ciências – basta lembrar o aproveitamento da física nuclear ou da bioquímica – pode ser muito mais importante do que a das ciências humanas e sociais. A ciência da história, por sua vez, sempre exerce uma função política, mesmo que esta não seja sempre a mesma (KOSELLECK, 2014: 291).

Nesse caso, entendemos política de forma pragmática, que envolve a ética e o exercício da cidadania, que vão de acordo com Figueirôa (2010) e Beltran e Saito (2017), ao afirmarem serem esses os objetivos da história da ciência no ensino.

²⁶⁹ A abordagem STEAM já foi denominada como STEM e CTEM. Também admitimos o uso inusual da expressão CTEAM em língua portuguesa.

²⁷⁰ Koselleck (2014) afirma que o foco da historiografia repousa na doença e na morte, mas não na saúde (KOSELLECK, 2014: 296). Os historiadores têm se preocupado apenas com uma face do problema relacionado a saúde, e têm sido negligentes em relação à história dos avanços na área, ou seja, na história da medicina. Da mesma forma, é possível afirmar que historiadores se preocupam com a história dos alimentos, mas não com a da nutrição, etc.

Beltran e Saito (2017) ampliam essa concepção e reconhecem a história da ciência como patrimônio cultural:

Outra decorrência desta abordagem História da Ciência e Ensino é a consideração do conhecimento científico como patrimônio cultural. Não se pretende formar mini cientistas ou mini historiadores da ciência, mas sim, cidadãos que se reconheçam na produção científica, da mesma forma que podem se reconhecer na música e nas obras de arte. A ciência é um modo de apreender a natureza e deve ser apreciada e compreendida por todas as pessoas. Com isso, procura-se valorizar o estudo da Ciência na formação da cidadania (BELTRAN & SAITO, 2017: 34).

No entanto, a história da ciência não tem sido uma abordagem privilegiada no ensino de história e é um tema basicamente inexplorado no país. De acordo com as matrizes curriculares, alguns conteúdos de C&T só a história ou filosofia podem praticamente fornecer as noções básicas na educação básica, como a ontologia e a epistemologia da ciência, a história da ciência, a Revolução Científica, a Revolução Industrial ou a Corrida Espacial.

Em suma, apesar da ciência não ter sido um objeto privilegiado de estudo da historiografia e do ensino de história, até agora, existem enfoques – HFC, CTSA e STEAM - que aproximam esses saberes. Nossa ideia propõe uma outra abordagem metodológica que acreditamos ser possível alcançar resultados positivos na educação, o ensino lúdico a partir dos *hobbies* ou passatempos científicos e tecnológicos, pelo qual entramos em discussão.

3.3 O lúdico e o ensino lúdico de história da ciência

Os historiadores foram os pioneiros em pensar a ludicidade e sua importância para o desenvolvimento da humanidade, como Johan Huizinga e Walter Benjamin. Enquanto Huizinga (2019) foi o primeiro a reconhecer o caráter lúdico anterior à nossa própria espécie, Benjamin (1994) (2002) foi pioneiro ao reconhecer a importância sociológica e pedagógica do brinquedo na sociedade. De acordo com Huizinga (2019), o jogo (*ludus*) pode ser definido como:

Desde já, encontramos aqui um aspecto muito importante: mesmo suas formas mais simples, ao nível animal, o jogo é mais do que um fenômeno fisiológico ou um reflexo psicológico. Ultrapassa os limites da atividade puramente física ou biológica. É uma função significante, isto é, encerra um determinado sentido. No jogo existe alguma coisa “em jogo” que transcende as necessidades imediatas da vida e confere um sentido à ação. Todo jogo significa alguma coisa. Se denominarmos o princípio ativo do jogo, aquilo que lhe confere essência, de “espírito” ou “vontade”, diremos muito; se o

denominarmos “instinto”, nada expressaremos. Seja qual for a maneira como o considerem, o simples fato de o jogo encerrar um sentido implica a presença de um elemento não material em sua própria essência (HUIZINGA, 2019: 2).

Da mesma forma, Huizinga (2019) reconhece a presença do espírito agonístico, princípio fundamental do jogo, na filosofia e no conhecimento, seja na forma do ócio – matéria-prima da criatividade -, dos enigmas, das apostas, dos problemas, dos desafios, da disputa, dos diálogos de perguntas filosóficas ou teológicas, etc.

Ao contrário de Huizinga, Roger Caillois (2017) afirma que o jogo é tanto um produto do corpo biológico como um produto da sociedade humana e classifica os jogos a partir das sensações e experiências vivenciadas pelos jogadores em quatro categorias, o *agon*, o *alea*, o *mimicry* e o *ilinx*. O *agon* são os jogos de competição, o *alea* são os jogos baseados na sorte ou no azar, o *mimicry* são os jogos de imitação e os *ilinx* são os jogos que causam vertigem, ou a alteração na percepção da realidade, como os brinquedos dos parques de diversões. As duas últimas modalidades são produtos da cultura e exclusivos da nossa espécie (CAILLOIS, 2017: 32).

Já na pedagogia, todas as concepções de lúdico no ensino-aprendizagem se aproximam de três sentidos básicos que são: o da utilização de brincadeiras, o do uso de jogos ou o da aplicação dos *games* ou de suas estratégias. Segundo Fortuna (2018), até mesmo “o brincar por brincar” pode ser um ato educativo:

Portanto, tem todo o sentido afirmar que, brincando por brincar, também se aprende, e que brincar pode, sim, ensinar, tanto quanto no brincar se pode aprender, desde que continue sendo brincadeira. Para isso, é preciso apostar no brincar – o que só é possível entrando em seu jogo, isto é, brincando. Pode-se, pois, concluir, que brincar é, efetivamente, aprender (FORTUNA, 2018: 66).

A primeira concepção de lúdico refere-se ao uso de brincadeiras e, que são utilizadas especialmente no ensino infantil. Segundo Trettel e Batista (2016):

A ludicidade envolve o educando de maneira eficaz, proporcionando-lhe alegria e prazer, instigando a curiosidade e a vontade de descobrir o mundo que o cerca. O jogo e a brincadeira possibilitam que a criança crie sua identidade em um ambiente em constantes mudanças, e diversos significados. Quando uma criança brinca ela está internalizando conhecimentos e experiências. Assim, o brincar tem função psicológica importante no desenvolvimento humano, pois a criança simboliza o mundo e os acontecimentos ao brincar. Dessa forma, o lúdico torna-se um ato descontraído de inter-relação e descobertas, onde a criança consegue identificar seus erros e acertos (TRETTTEL e BATISTA, 2016: 19).

A segunda concepção de lúdico refere-se ao uso de jogos, notavelmente os analógicos no ensino. Alguns jogos foram desenvolvidos especialmente para esse fim, os jogos educativos, como as inúmeras variedades de jogos de tabuleiros, jogos de cartas e o Lego. Esse tipo de jogo, além de um recurso didático, também é uma metodologia ativa, inovativa e criativa utilizada com muito sucesso no ensino-aprendizagem.

Uma terceira concepção de lúdico refere-se ao uso de *games* ou jogos eletrônicos na educação. Eugênio (2020) reconhece cinco tipos diferentes utilizações de *games* na educação: o próprio *game*, o simulador virtual, o *serious game*, a gamificação e o *design* inspirado em *game* (EUGENIO, 2020: 72-73). Poucas invenções humanas são capazes de causar fruição comparáveis ao *game*, e seu uso, em toda sua potencialidade, no ensino-aprendizagem possui inúmeras limitações e, aptidões ainda não devidamente exploradas. O uso de simuladores virtuais tem crescido com as novas tecnologias, mas ainda não são devidamente aplicáveis à pedagogia. Muitos educadores reconhecem certas potencialidades de alguns *serious games* educativos como os do gênero de estratégia (como o *Age of Empires*) e os do gênero *City Building Games*, e mesmo títulos como o *Minecraft*. Atualmente, na aplicação da mecânica dos jogos e de suas estratégias imersivas têm sido bastante utilizadas na educação, denominadas como gamificação ou estratégias gamificadas. E por último, a utilização de plataformas no ensino com o *design* inspirado em *game* como o *Kahoot!* e o *Webquest*.

Uma outra forma lúdica de aprender ainda inexplorada na educação é o uso de *hobbies* (no singular *hobby*) ou passatempos, especialmente aqueles que são desenvolvidos para solução de problemas científicos.²⁷¹ A lista de *hobbies* é imensa, e existem certos tipos de *hobbies* que podem ser definidos como *hobbies* científicos, pois a sua finalidade é voltada para a tentativa de solucionar problemas práticos e com a intuito de alcançar certos resultados específicos na ciência. Nesse caso, se aproxima do amadorismo ou ciência amadora, e mesmo do conceito de ciência cidadã (*citizen science*). Ao contrário da *big science*, a ciência cidadã, de acordo com Rocha (2019):

²⁷¹ Segundo o *Oxford English Dictionary* a palavra inglesa *hobby* significa “pônei” ou “cavalo de pau”. Também trazemos como sinônima os termos lazer, recreação e brincar.

(...) emerge como uma alternativa a abordagens tradicionais na realização de estudos científicos e de produção de conhecimento especializado e certificado. Entendida de uma maneira geral como “experiências de colaboração” (PARRA, 2015) entre cientistas e não cientistas na produção de conhecimento científico, a ciência cidadã seria capaz de dar voz ou mesmo poder decisório aos cidadãos, de permitir a ampliação da coleta de dados, entre outras possibilidades. É, ainda, celebrada por diversos autores e pesquisadores mundo afora como uma forma de democratizar o acesso à ciência, de reconhecer a expertise leiga, de promover educação científica, de fortalecer comunidades diante de autoridades governamentais ou mesmo empresas que promovam mudanças de ordem tecnocientífica (ROCHA, 2019: 10-11).

Os amadores se diferenciam ao mesmo tempo do profissional e do dilettante, pois o conhecimento prévio levantado para a prática de certos *hobbies* científicos, necessita de muito estudo e preparação, que geralmente é feita a partir do estudo autodidata. Muitos “aficionados” são pessoas autodidatas que se tornaram especialistas em determinado assunto a partir da reflexão dos problemas encontrados nos seus *hobbies*.

Os seres humanos são caçadores por natureza. Não se sabe o início do uso desse conceito, porém existem muitos “aficionados” que se autodenominam “caçadores”, e a lista pode ser grande: caçador de planetas, caçador de cometas, caçador de meteoros, caçador de meteoritos, caçador de poeira estelar, caçador de asteroides, caçador de fósseis, caçador de raios, caçador de tornados, caçador de auroras boreais, caçador de terremotos, caçador de histórias, etc. Ao longo da história, muitos cientistas profissionais se autodeterminaram como “caçadores”. O uso do termo se estende para o mundo da fantasia, onde a ficção e a realidade se misturam. Por mais paradoxal que possa parecer, sabemos que caçadores de bruxas, caçadores de demônios, caçadores de recompensas, caçador de UFOs, caçadores de fantasma (*ghostbuster*), caçadores de onças²⁷², caçadores de cabeças (*headhunters*)²⁷³ e caçadores de vampiros realmente existiram ao longo da história e povoam nossos imaginários, e suas histórias são muito ricas e interessantes. E aqui evocamos seus méritos narrativos, exploratórios e expositivos no ensino, com enorme potencial para serem utilizados em sala de aula.²⁷⁴

²⁷² Os guatôs eram índios do Pantanal brasileiro especializados na caça de onça-pintada.

²⁷³ Os jívaros são índios da Amazônia equatoriana conhecidos pela prática de redução de cabeças.

²⁷⁴ Muitas obras *best-sellers* de cientistas particulares souberam utilizar esses elementos lúdicos, pueris e juvenis como forma de alcançar esse segmento e, ao mesmo tempo, o grande público com sua linguagem. Entre algumas obras de História da Ciência que se aproximam dessas práticas são *Os Botões de Napoleão: As 17 Moléculas que Mudaram a História* de Jay Burreson e Penny Le Couteur (2006) e *A Colher que Desaparece e outras Histórias Reais de Loucura, Amor e Morte a partir dos Elementos Químicos* de Sam Kean (2011).

Martins (2016) reconhece o papel dos caçadores de histórias para a historiografia, e mesmo a sua importância para o desenvolvimento dessa ciência particular nos EUA:

(...) nos Estados Unidos, a história local era escrita por amadores, geralmente patriotas ou curiosos em antiguidades, que discorriam sobre eventos locais, curiosidades, e produziam centenas de páginas sem interesse e sem interpretação. Esta tradição não-acadêmica nos Estados Unidos produziu estudos sem análise crítica e de âmbito tão localizado que só interessavam à própria comunidade: o sofrimento e as conquistas dos primeiros habitantes, a narrativa cronológica de grandes feitos, a citação da contribuição local para as guerras, apologias e celebrações das vidas dos grandes “benfeiteiros” e líderes locais, e assim por diante. Apesar disso, estes cronistas e historiadores criaram uma vasta e ainda vital rede de sociedades históricas, coleções de documentos e revistas especializadas (MARTINS FILHO, 2016: 48).

Muitos *hobbies* estão ligados a práticas culturais nacionais, como a recriação histórica (*historical reenactments* ou *re-enactment*) e o escotismo dos ingleses, os *meteorite hunters* e os esquadrões suicidas (lançadores de foguetes) norte-americanos e o *uitwaieen* dos holandeses.²⁷⁵

Astrônomos, geólogos, paleontólogos, arqueólogos e historiadores buscam nas relíquias do passado – meteoritos, rochas, fósseis, artefatos e documentos – respostas para entender o presente e intervir no futuro. Essas ciências possuem as suas vertentes amadoras e os seus *hobbies*: caçadores de meteoritos, *rockhounding*, caçadores de fósseis, caçadores de tesouros e caçadores de histórias. Do ponto de vista técnico e tecnológico, em se tratando de vestígios materiais possuem metodologias que se aproximam, como o uso de cadernetas de campo, ferramentas, instrumentos.

A própria ciência possui origens lúdicas como afirma Knight (2004), “a ciência deixou de ser um *hobby* e tornou-se (...) uma maneira socialmente aceitável de se ganhar a vida” (KNIGHT, 2004: 159-160). Da mesma forma, a ludicidade também está presente na própria história da ciência, que está repleta de casos de grande invenções e inovações teóricas e práticas alcançadas a partir do onírico e do lúdico, como a tabela periódica de Mendeleev, a descoberta da estrutura cíclica do benzeno por Kekulé, as mil e uma invenções de Thomas Edison e as pinturas cubistas de Pablo Picasso.

²⁷⁵ Assim como grande parte dos esportes que atualmente são modalidades olímpicas, é importante mencionar a notável quantidade de *hobbies* surgidos e praticados, por crianças, adolescentes, e adultos, em países que foram o berço da Revolução Industrial, em especial os anglófonos.

Nesse ponto relembramos um dos aspectos mais distintivos da ciência, que é o colecionismo. O colecionismo está no princípio da ciência, e é inegável a sua importância para o desenvolvimento científico da humanidade. As coleções podem começar por reunião de objetos guardados na gaveta, em gabinetes de curiosidades ou câmeras fantásticas, e evoluírem para grandes coleções expostas publicamente em museus. Grande parte das ciências particulares nasceram do estudo das coleções sistematizadas, especialmente aquelas ciências voltadas para a classificação dos espécimes. Pomian (1984) afirma, que além do valor estético, sentimental, subjetivo e nobiliarquico de uma coleção, também são fontes do conhecimento histórico e científico:

(...) Diz-se também que certas peças de colecção são fonte de prazer estético; que outras - e por vezes são as mesmas - permitem adquirir conhecimentos históricos ou científicos. Enfim, observa-se que o facto de as possuir confere prestígio, enquanto testemunham o gosto de quem as adquiriu, ou as suas profundas curiosidades intelectuais, ou ainda a sua riqueza ou generosidade, ou todas estas qualidades conjuntamente (...) (POMIAN, 1984: 54).

Assim como os caçadores de histórias norte-americanos, existe uma vasta produção não-acadêmica de especialistas em *hobbies*. Analisando algumas obras escritas por amadores sobre *hobbies*, como Romaine (2018), Johnson e Voynick (2021), Norton e Chitwood (2008), Notkin (2011), Sandoval (2012) e Neice (2016) sobre detectorismo, *rockhounding*, caça de meteoritos, *fossil collecting* e prospecção de ouro, existem certos caminhos meio canônicos, para aqueles que desejam segui-los, um método heurístico dos amadores, do qual todos necessitam de pesquisa prévia e aquisição de conhecimento científico. A história, a cartografia, a ciência, a tecnologia e a técnica são nessa ordem os conhecimentos requeridos nas práticas de seus passatempos. Antes de ir ao campo, existe toda uma preparação prévia que envolve pesquisa documental, arquivística e estudo científico. Além disso, os praticantes adaptam tecnologias pré-existentes a fim de solucionar problemas práticos encontrados em seu passatempo. Os *hobbies* também podem unir pessoas, e formar clubes. Nesse caso, se aproxima do conceito pedagógico de clube juvenil.

Talvez uma quinta concepção de ludicidade pode ser relacionada ao conceito de aventura. Nesse caso, se aproxima do conceito de expedição, o que os cientistas denominam como trabalho de campo ou estudo do meio, e que os amadores preferem designar como atividades ao ar livre. Algumas disciplinas acadêmicas possuem o

“campo” como local privilegiado de produção do conhecimento, como a geografia, a etnologia, o jornalismo, etc.

Apesar do historiador contemporâneo ter fama de agorafóbico, a história também possui suas raízes épicas, como narrações de guerras, crônicas de missões religiosas, diários de bordo de navegações, relatos de viajantes, corografias de naturalistas. Essa história lúdica se diferencia muito da historiografia acadêmica atual, em muitos aspectos como a escrita em primeira pessoa dos fatos históricos, o registro em suportes móveis e portáteis, a predileção pelo campo aberto, a história vivida, a memória fotográfica.

O campo é por si o local da descoberta, e Palmer et al. (2009), em sua descrição dos feitos dos caçadores de tesouros, caçadores de dinossauros, caçadores de elos perdidos e caçadores de civilizações e impérios desaparecidos, mostra que “a sorte²⁷⁶ favorece aqueles que a procuram”. Mas nesse caso é preciso seguir os indícios corretos, com preparação, estudo prévio e pesquisa que aumentam matematicamente as chances de encontrar o que se procura.

Alguns *hobbies* científicos possuem um potencial educativo e podem levantar habilidades, competências e atitudes que se aproximam de certas disciplinas escolares e são perfeitamente possíveis de serem explorados em sala de aula como o *rockhounding*²⁷⁷, o *fossil collecting*²⁷⁸, o detectorismo²⁷⁹, a pesca magnética, a numismática, a notafilia, a filatelia, etc. De qualquer forma, muitos educadores já utilizam *hobbies* em sala de aula, pois sabem que podem incentivar os estudantes ao estudo. De fato, inexiste referencial teórico sobre o uso de *hobbies* científicos na

²⁷⁶ A assertiva “quem procura acha” refere-se à Lei da Seremtividade, ou como afirma Mário Sérgio Cortella “a sorte favorece quem tenta”.

²⁷⁷ *Rockhounding* também pode ser denominado como *Geology Rock Collecting*, catação e cristaleiro. Esse *hobby* possui diferentes focos como a catação ou o colecionismo de elementos químicos, minerais e rochas.

²⁷⁸ *Fossil Collecting* ou *Fossil Hunting* é o *hobby* de colecionar fósseis, ossos, trilobitas, conchas, âmbar, copal, etc. Dada as limitações jurídicas, coletar fósseis para coleção pessoal não é considerado crime em muitos países, como os EUA. Na verdade, a atividade lúdica é até incentivada no país, já que estimula as pessoas à frequência de parques paleontológicos e a se interessarem por essa ciência. O interessante é que esse tipo de atividade demandaria um tipo de educação patrimonial, bem como de um compromisso ético por parte da população em comunicar às autoridades novas descobertas ou mesmo à entrega de bens coletados para curadoria.

²⁷⁹ O detectorismo é um *hobby* com uma “pegada humanitária”. Historicamente o detectorismo de metais surgiu relacionado à necessidade de identificação de minas subterrâneas e bombas não-detonadas. Nesse caso, em países que possuem minas ou que foram alvo de guerras recentes, o detectorismo não é considerado uma atividade lúdica. Nesse caso, essa restrição não se aplica ao Brasil. Um aspecto utilitário, ecológico e ambiental desse *hobby* é que contribui para a limpeza ambiental, graças a quantidade de lixo produzida pelo ser humano.

educação, porém existe uma vasta literatura paracientífica produzida por “aficionados”, como livros e revistas especializadas, assim como clubes e sociedades. Na verdade, nossa argumentação é a de que seria possível repensar métodos e técnicas no ensino usadas pelos amadores para tornar a educação mais interessante.

Alguns *hobbies* possuem especial interesse para a história (detectorismo, numismática), geografia (filatelia, *rockhounding*), biologia (*fossil collecting*, o *birdwatching*, catação de conchas), física (lançamento de foguetes), etc. E mesmo interdisciplinar, como a numismática e a notafilaia para a história e a matemática, etc. Os *hobbies* ou passatempos não são disciplinares, são em sua maioria interdisciplinares. Dessa forma ultrapassam as barreiras rígidas entre as disciplinas escolares e acadêmicas.

Entre as vantagens do *hobby* pode-se enumerar: o autodidatismo, o estímulo à pesquisa prévia, a criatividade, as atividades práticas manuais, a adaptabilidade de tecnologias pré-existentes para resolução de problemas, a interdisciplinaridade, a prática do ócio criativo, “o aprender por aprender”, as atividades práticas, as atividades ao ar livre, o trabalho de campo, o colecionismo, a formação de clubes juvenis.

Já entre as principais desvantagens estão a desconfiança dos cientistas profissionais, o preço de aquisição de equipamentos e materiais, e a tendência de considerar o *hobby* pelo *hobby*, ou seja, apenas a parte divertida e negligenciando o estudo e o trabalho previamente envolvidos. Existe uma querela entre os profissionais e amadores, enquanto os profissionais veem com desconfiança o trabalho dos amadores, por sua vez, os amadores veem como elitismo a ciência profissional. Outra desvantagem nesse tipo de proposta no ensino é a necessidade de aquisição de equipamentos, que podem ser caros, principalmente em um país onde a ciência é praticada de forma periférica e subperiférica, e que a CT&I não são prioridades das políticas públicas, mas que poderia ser solucionado buscando o barateamento dos preços para aquisição de materiais e o uso da reciclagem utilizando a filosofia do “*do it yourself*” (DIY) e da cultura *maker*.

Por fim, talvez existam formas de mensurar o impacto do uso de *hobbies* científicos e tecnológicos no ensino a partir de algumas teorias psicológicas contemporâneas, como a de Mikaly Csikszentmihalyi e Paul Ekman. Csikszentmihalyi (2020), desenvolveu a teoria do estado de fluxo, ou “experiência ótima”, que é alcançado quando se faz aquilo que mais gosta:

(...) São situações em que a atenção pode ser livremente investida na conquista das metas pessoais, porque não há desordem a ser corrigida, nenhuma ameaça contra a qual o self precisa se defender. Chamamos esse estado de *experiência de flow*, porque é o termo que muitas pessoas entrevistadas por nós usaram para descrever como se sentiam no auge do desempenho: “Era como estar flutuando”. “Fui levado pelo flow” (...) (CSIKSZENTMIHALYI, 2020: 55).

Uma outra alternativa seria medir a carga emocional e as emoções agradáveis experimentadas durante atividades lúdicas e recreativas, de acordo com a teoria de Paul Ekman (2011), relacionadas às experiências relacionadas às dezesseis emoções agradáveis. As dezesseis emoções agradáveis correspondem aos prazeres sensoriais básicos e a emoções experimentadas que muitas culturas não possuem palavras análogas para expressá-las em sua língua, como *fiero*, *amusement*, *naches*, *Schadenfreude*. Algumas dessas emoções agradáveis estão diretamente relacionadas à ludicidades, como diversão (*amusement*), excitação, orgulho pessoal (*fiero*).

3.4 Projetos e aprendizagem baseada em projetos (ABP) no ensino

A aprendizagem em programas é a que utilizamos tradicionalmente em sala de aula, e é baseada no currículo, ou seja, documentos oficiais como a BNCC e os PCNs. Esse tipo de aprendizagem está mais voltado para os resultados acadêmicos dos estudantes, como aprovação em exames como ENEM e vestibulares, e formação de mão-de-obra para o mercado. Já a aprendizagem mediada a partir da metodologia dos projetos sai da abordagem curricular comum e é extremamente produtiva na criação de artefatos na cultura escolar atual.

De acordo com Maximiano (2016), projeto é “um empreendimento intencionalmente orientado para um objetivo” e afirma que os seres humanos sempre utilizaram projetos ao longo da história e que estamos cercados por todos os lados pelos seus resultados:

Estamos cercados de todos os lados de resultados de projetos, que vêm sendo realizados desde o tempo dos faraós. Pirâmides, canais de irrigação da Mesopotâmia, templos gregos, monumentos, cidades e estradas romanas, catedrais medievais, muralha da China, castelos da Renascença, viagem à Lua, canal do Panamá, torre Eiffel, autoestradas, shopping centers, a casa em que você mora. Todos os tipos de produtos e equipamentos que usamos um dia foram projetos. Os projetos são temporários, mas os resultados são duradouros (MAXIMIANO: 2016: 4-5).

Maximiano (2000) afirma que o projeto surgiu de forma estruturada no Programa Apollo da NASA a partir do desafio lançado pelo presidente norte-americano John F. Kennedy de pisar na Lua em um prazo máximo de uma década (MAXIMIANO, 522-523). Desde então, os projetos foram padronizados graças ao *Project Management Institute* (PMI) que lançou em 1996 o Guia PMBOK (*Project Management Body of Knowledge*) que se tornou uma importante ferramenta de gestão e prática de gerenciamento de projetos. Outro documento importante é o Brasil (2016), que fornece um guia prático para a sua redação, estandardização e operacionalização técnica.²⁸⁰

As raízes epistemológicas da utilização de projetos no ensino originaram-se ao longo do século XX, a partir das reflexões teóricas e metodológicas de inúmeros educadores como Ovide Decroly, Maria Montessori, John Dewey, William Kilpatrick e Celestin Freinet.

O *Project-Based Learning* (PBL) ou Aprendizagem Baseada em Projetos (ABP) é uma metodologia ativa e um tipo de aprendizagem que tem como objetivo o enfoque em ações práticas com a finalidade de gerar protótipos, produtos e inovação em sala de aula. A ABP está atrelada aos conceitos de projeto, processo, produto, estrutura e ciclo de vida. Filatro e Cairo (2015) fazem uma distinção entre processo, produto e projeto:

Um processo educacional é um conjunto de estratégias empregadas para apoiar a aprendizagem de uma pessoa, um grupo ou um sistema usando para isso uma série de recursos humanos, materiais e virtuais – não termina nunca.

Um produto educacional é um pacote discreto, concreto e observável, obtido como resultado de um projeto (...).

Um projeto educacional (ou um projeto instrucional) (...) é uma iniciativa para criar, desenvolver e entregar um produto educacional – tem início, meio e fim (FILATRO E CAIRO, 2015: 131).

Nesse sentido, a aprendizagem baseada em projetos se baseia em um projeto educacional que pode ser definido como uma iniciativa, que é um empreendimento que tem prazos e custos definidos, é planejado previamente, sistematizado de forma escrita e padronizada e, envolve um processo de execução, monitoramento e controle que gera um produto final, que junto aos resultados são apresentados à comunidade na culminância. Em educação é preciso considerar a prototipagem de produtos –

²⁸⁰ Por seguirem normas internacionais, a estandartização de projetos pode ser útil para interfaces com instituições parceiras como editais, chamadas e orçamento público.

versões beta – que podem ser aprimoradas em futuras reaplicações e não em soluções prontas.

Os projetos educativos podem ser utilizados no ensino de várias maneiras, mas o mais comum é utilizá-los na forma de projetos de intervenção na comunidade, projetos de ensino (cursos, optativas ou eletivas) ou projetos de aprendizagem disciplinares ou com a integração entre diferentes componentes curriculares. No ensino, é importante relembrar que os projetos devem ser pensados sempre como um piloto.

De acordo com o *Buck Institute for Education* (2008), em linhas gerais, um projeto parte de um problema que gera uma pergunta norteadora, que irá guiar todo o processo de intervenção na comunidade escolar (BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION, 2008: 52-53). Um bom projeto pode nascer dentro da sala de aula, em conversas com os próprios estudantes.

A estrutura de um projeto é bem simples, o seu segredo está no planejamento adequado. Partindo de um tema gerador, um bom projeto, em geral, pode desenvolver dez ações teóricas e práticas, internas e externas ao ambiente escolar, e de abrangência anual. As ações teóricas e práticas podem ser variadas, mas que envolvam atividades como estudo dirigido, pesquisa, apresentações de seminários, produção de conteúdo, oficinas, participação em competições, visitas a instituições, trabalho de campo, atividades recreativas, etc. O resultado do projeto se materializa em um produto final, que é apresentado na culminância. Nesse caso, o *Buck Institute for Education* (2008) recomenda que ao criar um projeto, deve-se pensar inicialmente no seu produto final, e para isso, organizar um detalhamento passo a passo dos caminhos necessários para atingir esse objetivo (BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION, 2008: 27).

Os projetos norteiam e auxiliam na administração e gerenciamento do tempo, dos recursos, dos custos e das interfaces. Os projetos possuem duração definida e seguem um cronograma que define os prazos e as entregas. Em geral, na educação básica o ideal é que os projetos tenham custo zero ou que sejam adotadas medidas para baixar ao máximo os custos. Da mesma forma, podem envolver interfaces com outras instituições e divisão de tarefas entre grupo gestor, corpo docente e corpo discente.

É exatamente nas interfaces que aparecem as principais desvantagens da utilização da metodologia dos projetos na escola, já que estão relacionados com a cultura organizacional e a divisão de tarefas. Os projetos movimentam a sala de aula e a escola, geram “barulho”, pois saem da rotina da sala de aula. A cultura organizacional pode ser desfavorável a projetos, ao mesmo tempo que os sucessos alcançados em projetos bem executados podem chocar verdadeiros “ovos de Colombo” após os resultados. Em relação à distribuição de tarefas relacionados ao problema do projeto está no fato que os estudantes buscam suas próprias soluções para determinados tópicos e possuem seu próprio tempo. Além disso, é claro, também existe uma tendência dos estudantes de não terem comprometimento com o projeto. Neste caso, é preciso analisar a sinergia e motivações do grupo. Às vezes os estudantes podem surpreender os docentes em seu capricho. A recomendação é que professores e alunos trabalhem em partes específicas do problema do projeto.

Os projetos possuem um ciclo de vida de cinco fases que são iniciação, planejamento, execução, monitoramento e controle, e encerramento. Na implantação de projetos é possível afirmar que você aprende a fazer um projeto uma única vez, e que o saber-fazer (*know-how*) adquirido molda as novas reaplicações. Depois, é só aprimorá-lo, reaplicá-lo e adaptá-lo a outros contextos. É importante mencionar que os bons projetos são escritos, colocados em prática, experimentados e executados pelo(a) seu próprio autor(a).

Na metodologia dos projetos é preciso afirmar que os projetos ganham vida própria. Os resultados dos projetos também podem gerar uma carga cognitiva e uma carga emocional, e quando bem implantados e executados geram um *feedback* positivo da comunidade, com os próprios estudantes convidando os professores para reaplicá-los. No entanto, especialmente em educação, alguns projetos podem sair incompletos, ou mesmo quiméricos, para um determinado contexto educacional.

De fato, a metodologia dos projetos pode ser uma forma de superar a rotina em sala de aula, e por isso defendemos que todos os professores tenham projetos e o desenvolvam de forma concomitante ao fluxo escolar tradicional. Reconhecemos que a maioria dos docentes gerenciam projetos, porém muitos não são escritos e os projetos precisam ser redigidos, sistematizados, apresentados para a comunidade e as boas práticas devem ser compartilhadas para que possam ser reaplicáveis em outros contextos educacionais. Os projetos possuem potencial educativo, explorativo

e complementar ao ensino. Imagine se todos professores desenvolverem projetos: a escola seria um lugar melhor e mais atrativo para os estudantes. Outro desafio é que os estudantes também possam desenvolver os seus próprios projetos; nesse caso, é preciso uma cultura organizacional, políticas públicas e incentivos que favoreçam o protagonismo juvenil.

Como isso foge do nosso escopo, sugerimos algumas indicações de obras que ensinam a criar projetos do zero como Filatro e Cairo (2015), Martinelli e Torres (2004), Prado e Almeida (2009), *Buck Institute for Education* (2008).

3.5 Sugestões de ações educativas em um projeto sobre história local e ciência global dos meteoritos e da meteorítica

Dante das limitações existentes no currículo tradicional referentes à utilização dos meteoritos como objeto de aprendizagem, propomos a metodologia dos projetos como uma alternativa viável para a sua exploração no ensino.

Assim, propomos um projeto que partisse das seguintes premissas: que fosse baseado na interdisciplinaridade ou transdisciplinaridade; que trouxesse a ciência, a tecnologia e a inovação para a comunidade; que fosse baseado na ludicidade, especialmente aproximando os *hobbies* científicos e tecnológicos do ensino-aprendizagem, principalmente aqueles praticados ou com potencial de serem praticados localmente; que fosse capaz de proporcionar protagonismo por parte dos estudantes; que permitisse o letramento científico e o fortalecimento da consciência histórica sobre os problemas locais e que, por sua vez, gerasse um efetivo compromisso ético e exercício pleno da cidadania em ações práticas de intervenção local; que dialogasse com o conceito de ciência cidadã. Na verdade, unindo esses princípios básicos, é possível recriar ou repensar projetos educacionais de intervenção pedagógica mais interessantes e mais próximos dos estudantes.

A partir da metodologia de projetos, sugerimos uma série de ações que poderiam integrar um projeto sobre a história e a ciência dos meteoritos e da meteorítica que poderiam ser implantadas em escolas e que pudessem trazer uma intervenção local, refletindo sobre a ciência global; como afirma Ginzburg (1990), que partissem da lente do microscópio em direção à óptica do telescópio, e vice-versa, do universo macroscópico à miniatura microscópica. Recomendamos, nesse caso, no máximo dez

ações teóricas e práticas, que podem ser realizadas tanto dentro, como fora da sala de aula, em um projeto de abrangência anual, bem elaborado e estruturado.

Como sugestões de perguntas norteadoras²⁸¹, sugerimos: “Como resgatar a história do meteorito encontrado na cidade e qual a sua importância para a ciência?” “Qual a importância do meteorito, porque foi removido do seu local original e onde se localiza atualmente?” “Quais os impactos da subtração desse patrimônio para a nossa história local e o que podemos fazer como reparação histórica?” “Como podemos recuperar esses objetos ou substituí-lo por um *expôt* e expô-los na praça pública ou no museu da cidade?”

Entre as ações sugerimos agrupá-las em quatro grandes áreas que descrevem os principais problemas relacionados aos meteoritos brasileiros: a História (a pesquisa e a reconstituição da história); Ciência, Tecnologia e Inovação (novas abordagens em sala de aula); o Patrimônio (educação patrimonial); e a Musealização (educação museal).

Em relação à história, a maioria dos meteoritos brasileiros não possuem histórias escritas, públicas ou conhecidas pelas suas próprias comunidades. Nesse caso propomos o resgate dessa história, como a própria pesquisa histórica sobre os meteoritos em sala de aula.

Uma possibilidade seria trabalhar em sala de aula os ego-documentos ou objetos da cultura material colecionados e guardados pelos alunos(as) e suas famílias. De fato, muitas pessoas possuem gavetas nas quais guardam seus tesouros, e esses objetos podem possuir valor histórico ou não, porém podem possuir valor sentimental, e guardam histórias, geralmente micro-histórias, memórias e lembranças de algo que aconteceu no passado e as motivações para sua preservação e conservação. Essas gavetas podem possuir especial significado em áreas de produção mineral, sítios paleontológicos, sítios arqueológicos e cidades históricas como minérios, pepitas de ouro, cristais, pedras de raio, supostos meteoritos, fósseis, objetos arqueológicos, artefatos, etc.

Uma outra possibilidade é a gaveta de recortes de jornais. Alves (2008) cita, por exemplo, um hábito que era bastante comum entre as pessoas de gerações

²⁸¹ Essas perguntas norteadoras relacionadas à História da Ciência e a sua importância em nível local podem ser aplicadas e adaptadas a outros contextos. Citamos alguns municípios que dependem da exploração de riquezas locais para o desenvolvimento socioeconômico da sua região, como a extração de opalas em Pedro II (PI), dos fósseis de pterossauros para os municípios da Chapada do Araripe, dos espeleotemas de regiões brasileiras ricas em cavernas como Terra Ronca, etc.

anteriores: guardar jornais e revistas que possuiam interesse subjetivo para aquela pessoa, às vezes relacionado à história local, à ego-história, à genealogia, etc. Nesse caso, seria possível resgatar memórias locais sobre os meteoritos, especialmente aqueles que foram noticiados na imprensa.

Em relação à ciência, tecnologia e inovação, existem inúmeros *hobbies* científicos e tecnológicos, projetos baseados na ciência cidadã, que poderiam ser explorados em sala de aula, como a caça e recuperação de meteoritos²⁸²; a produção de ferramentas e equipamentos para encontrar meteoritos dentro da cultura *maker* ou DIY; o monitoramento de meteoros, *fireballs* e bólidos por câmeras como os utilizados pelas redes BRAMON e EXOSS *Citizen Science*; coleta de micrometeoritos; trabalho de campo com coleta de rochas e minerais da região e realização de testes em amostras, além de observação desses materiais com o auxílio do microscópio óptico. Existe uma literatura científica e paracientífica bem rica em relação à essa temática, muito dos quais voltadas totalmente para a prática profissional ou amadora como Norton e Chitwood (2008), Notkin (2011) e Larsen (2019).²⁸³

Em relação ao patrimônio, os sítios onde foram encontrados meteoritos poderiam ser mais bem explorados pela comunidade. Entre as ações a serem desenvolvidas, sugerimos uma atividade de observação do céu, especialmente às ligadas aos fenômenos meteoríticos e cometários, como uma chuva de meteoros²⁸⁴ ou a Luz Zodiacial e o *Gegenschein*²⁸⁵. Nesse caso, os céus escuros das cidades do interior possuem uma vantagem em relação às metrópoles devido à menor incidência

²⁸² Entre os campos de caça de meteoritos favoráveis bem documentados dentre eles o melhor é a Antártida. Mas desertos também são favoráveis como o Saara, o Ar-Rab al-Khali ou Rub' al-Khali no Omã, o Lut no Irã, o Nullarbor na Austrália, os desertos do oeste da América do Norte, o Atacama no Chile e o Namibe na Namíbia. Áreas inexplicadas também são um convite como áreas de caatinga e cerrado, bem como de lagos, lagos secos, áreas inundadas por lagos de represas hidrelétricas, uadis (rios secos), etc.

²⁸³ Essa literatura encontra-se em língua inglesa e não é tão acessível em nosso país.

²⁸⁴ Existem 112 chuvas de meteoros conhecidas, mas nem todas são bem visíveis do Brasil. Enumeramos as que podem ser de interesse e a data do seu pico anual: Quadrantídeos (3 e 4 de janeiro), Lirídeos (21 e 22 de abril), Eta Aquarídeos (5 e 6 de maio), Perseidas (12 de agosto), Draconídeos (9 de outubro), Orionídeos (20 e 21 de outubro), Leônidas (17 de novembro), e Geminídeos (13, 14 e 15 de dezembro). Para encontrar o radiante no céu utilize o software *Stellarium*.

²⁸⁵ Com um pouco de sorte e conhecimentos básicos de astronomia (pontos cardeais, eclíptica, equinócio) é possível visualizar a Luz Zodiacial e o *Gegenschein* em grande parte do Brasil, especialmente em locais de céu escuro, como a zona rural e regiões afastadas das grandes cidades. Nos dias próximos da data do Equinócio de Primavera no Hemisfério Sul (22 ou 23 de setembro) a Luz Zodiacial pode ser vista no por do sol, ou seja, no ponto cardeal oeste, e o *Gegenschein*, no ponto cardeal leste. Já nos dias próximos da data do Equinócio de Outono no Hemisfério Sul (20 ou 21 de março) a Luz Zodiacial pode ser vista antes do nascer do sol, no ponto cardeal leste, e o *Gegenschein*, no ponto cardeal oeste.

da poluição visual. Por outro lado, as grandes cidades possuem planetários, que poderiam ser visitados.

Outra ação possível seria uma visitação, expedição ou trilha científica ao local dos achados ou das quedas de meteoritos. Para isso seria preciso a identificação prévia e exata das localidades e das fazendas²⁸⁶ onde foram encontrados os meteoritos. Nesse caso, seria necessária uma pesquisa prévia em mapas topográficos, censitários, rodoviários e geológicos para encontrar informações adicionais sobre o local. Uma ação interessante seria a colocação de marcos ou placas nos locais dos achados, ou mesmo sinalização em rodovias, mas nesse caso seria importante verificar previamente com os donos e obter autorização²⁸⁷ para tais fins.

Reconhecemos que existe potencial relacionado à patrimonialização de sítios meteoríticos locais, como a obtenção de uma declaração de um lugar de memória para sítios de quedas ou achados meteoríticos; certificação de locais com céus escuros; pleiteamento desses locais como *places connected to the sky* pela UNESCO e UAI; tombamento de marcos comemorativos ou apotropaicos de locais de culto associados aos meteoritos; edificação de marcos comemorativos. Porém, o estado da arte sobre essas possibilidades ainda é pouco debatido na comunidade científica, o que demandaria novas pesquisas sobre essas potencialidades. Algumas dessas iniciativas também estão aquém do alcance das comunidades escolares.

Em relação à musealização a maioria das cidades do interior brasileiras não possuem museus, e se possuem não são voltados para a história da ciência, e aquelas que possuem meteoritos históricos não possuem amostras dos próprios meteoritos encontrados em suas próprias cidades. Uma ação poderia ser a aquisição de amostras de meteoritos substitutos, ou a confecção de um expôt idêntico ao original e expô-lo no museu da cidade. De acordo com Sandy (2022), “o expôt é um portador de sentido, conta como artifício curatorial e pode, ainda, ser identificado por meio de plotagens, material sonoro, registros fotográficos, hologramas e maquetes”. (SANDY,

²⁸⁶ O *Meteoritical Bulletin* fornece as coordenadas geográficas (GMS) de todos os meteoritos e crateras de impacto no mundo, porém muitas não estão exatas e atualizadas. Para identificar o local utilizando softwares como *Google Maps* e *Google Earth*, talvez seja preciso converter as coordenadas geográficas no sistema GMS para o sistema UTM. Nesse caso indicamos a utilização de um conversor UTM/GMS.

²⁸⁷ Os norte-americanos possuem um código de ética para essas atividades desenvolvido pela *The American Federation of Mineralogical Societies* (AFMS) que deveria ser seguido à risca pelos brasileiros.

2022: 123). Essa seria uma solução barata, significativa e impactante que poderia servir como uma forma de reparação histórica às comunidades que tiveram meteoritos removidos de suas cidades. Para isso seria preciso entrar em contato com os museus onde se encontram esses objetos a fim de negociar com o(a) curador(a) uma autorização para encomendar a um artista ou artesão a (re)criação de uma réplica do meteorito. A elaboração de uma réplica utiliza técnicas não destrutivas, como moldes de gesso, e pode ser uma forma de diálogo produtivo entre instituições e comunidades, trazendo benefícios para ambas. Dado as relativas proporções, é possível criar um *hall* dos meteoritos no museu da cidade onde foi encontrado um meteorito.

Uma outra ação possível de ser realizada seria a organização de uma exposição de meteoritos ou sobre meteoritos na comunidade, dentro ou fora da escola, seja de forma real ou virtual, fixa ou itinerante. Sandy (2022) afirma que “realizar uma exposição é um trabalho grandioso” (SANDY, 2022: 20). Na organização de uma exposição escolar de alto padrão é preciso definir os passos do planejamento para que ela ocorra da melhor maneira possível. Esses três passos são a definição do tema da exposição, a escolha do tipo de exposição adequada, e por fim a expografia ou desenho expográfico (*exhibit design*) da exibição, que funciona como um guia do que será exposto ao público ou à comunidade escolar.

O primeiro passo corresponde à definição do tema da exposição. Os meteoritos possuem histórias muito ricas e complexas, e podem ser expostos considerando vários critérios, como o científico, o histórico, o cultural ou mistos.

Em uma exposição com foco na ciência, entre os temas que poderiam ser explorados são os próprios meteoritos e sua importância para a ciência; a Meteorítica e a sua história; os cientistas que fazem pesquisa nessa área e as suas biografias, que podem ser inspiradoras para os estudantes; os meteoritos e suas relações com seus corpos parentais do Sistema Solar; os meteoritos na história do Sistema Solar, da Terra e dos seres humanos; etc. É importante relembrar que uma exposição científica pode ser considerada desinteressante para o público que não possui letramento científico.

Em uma exposição com foco na história, entre os temas sugerimos a história do próprio meteorito encontrado na cidade; a história dos meteoritos encontrados no estado, na região ou mesmo no país; os meteoritos históricos e as suas micro-

histórias; os meteoritos gigantes; etc. Numa exposição sobre a história dos meteoritos seriam expostos documentos históricos, pesquisas científicas, notícias, recortes de jornais e revistas, fotografias, pinturas, mapas antigos, etc. Nesse caso é importante a definição de um recorte epistemológico temporal e espacial para a seleção dos materiais a serem expostos. Entre as fontes históricas seria interessante pesquisar notícias relacionadas ao meteorito, já que é um tema bem documentado na imprensa seja na mídia impressa ou audiovisual. No Brasil, a Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional²⁸⁸ possui um enorme acervo de notícias antigas que podem ser muito úteis e produtivas. Na pesquisa de fontes iconográficas recomendamos a pesquisa na *internet*, nas redes sociais ou mesmo na própria comunidade. Uma outra possibilidade é pesquisar nos acervos digitais de museus de ciência, especialmente o Museu Nacional e o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). Caso for necessário, seria interessante entrar em contato com os(as) curadores(as) dessas coleções e solicitar versões digitais desses materiais, o que seria muito produtivo. Dentro das possibilidades, seria interessante expor algumas amostras de meteoritos, e contar a própria história desses meteoritos selecionados para exibição. Da mesma forma, talvez seria estimulante adquirir uma amostra do meteorito encontrado e vinculado à história da cidade, caso exista, porém, pode ser quase impossível encontrar amostras de meteoritos no mercado relacionados à maioria dos meteoritos históricos, e o mais adequado seria utilizar amostras de meteoritos substitutos, que podem ter uma conexão cósmica maior, como é o caso dos meteoritos *Campo del Cielo* e Uruacu.

Em uma exposição com foco na cultura, entre os temas sugerimos explorar a cultura relacionada aos meteoros e aos meteoritos, como o folclore, o mito, as crenças, as práticas, etc. Nesse caso o fantástico, o mágico, o fabuloso, o sobrenatural, podem ser mais atrativos para o público. Na hora de organizar uma exposição pense em como despertar a imaginação do seu público, e aproveitar ao máximo essas estórias, ricas em detalhes que podem indicar as mentalidades e ideias que as pessoas têm desses objetos cósmicos ao longo da história ou através das culturas. Um aspecto cultural relacionado aos meteoritos é a sua analogia com os extraterrestres, e de fato a ufologia pode chamar muito a atenção do público.

²⁸⁸ A Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional possui um acervo precioso, muito rico, e sugerimos em meteorítica pesquisas com as seguintes palavras-chave: meteorito, meteoro, meteorolito, meterolito, bólido, bólido, aerólito, aerolito, siderito, estrela cadente, corisco, uranolito, uranolitho, etc. Interessante se atentar para variações linguísticas relacionadas às mudanças ocorridas nas normas da língua portuguesa ao longo dos séculos XX e XXI.

Em relação à cultura *pop*, existem potencialidades relacionadas ao universo literário, história em quadrinhos, cinematográfico e *gamer*. A literatura, especialmente a infanto-juvenil e a ficção científica, podem ser temas atraentes para o público e poderiam ser explorados em sala de aula. Evocamos algumas obras literárias ou infanto-juvenis sobre meteoritos que podem auxiliar tanto no ensino de ciências como incentivar o hábito de leitura dos estudantes como as obras *A Caça ao Meteoro*, de Júlio Verne, *O Pequeno Príncipe*, de Antoine de Saint-Exupéry, *Tem um Et no seu Quintal?*, de Higor Martínez de Oliveira e *As Aventuras de Pedro, uma Pedra Espacial*, de Duilia de Mello. Em relação às histórias em quadrinhos, existe a possibilidade de trabalhar com temas relacionados à ciência dos materiais, à química e a mineralogia, dialogando entre a realidade e a ficção, e os minerais presentes em meteoritos e na ficção como o *vibranium* do *Pantera Negra*, o *adamantium* do *X-Men*, a *kriptonita* do *Superman* ou o *star-jelly* do Tintim em *A Estrela Misteriosa*.²⁸⁹ Outra temática é a relação entre meteoritos e o cinema como a saga *Star Wars*. O Meteorito Tataouine é conhecido como “*Star Wars Meteorite*”, pois foi encontrado na cidade de Tataouine local onde foram gravados vários filmes da saga. Como ambos remetem ao universo, nesse caso, seria interessante divulgar a luta de sabres de luz, já que esse *hobby* atualmente é considerado uma nova modalidade esportiva. Por fim, os meteoritos e a cultura dos *games*, como por exemplo, a possibilidade de exploração do game educativo *Minecraft*.

Após a delimitação do tema, o segundo passo corresponde à definição do tipo de exposição que será realizada. Sandy (2022) identifica vários tipos de exposições, porém destacamos aqui cinco tipos de exposições de interesse à temática a serem utilizadas nas escolas: a exposição histórica ou documental, a exposição cronológica, a exposição comemorativa, a exposição informativa e a exposição interpretativa²⁹⁰ (SANDY, 2022: 108-112). A exposição histórica ou documental é atrelada a fatos históricos e a documentos vinculados a esses eventos. A exposição cronológica é baseada na sua estruturação expográfica e está sempre relacionada à exposição narrativa e histórica de forma linear. A exposição comemorativa é relacionada a um

²⁸⁹ Algumas obras de ficção basearam-se em histórias de meteoritos reais, como: o Norton County que se relaciona com a história do Superman, ambos caíram no Kansas, criado por Jerry Siegel e Joe Shuster do *DC Comics*; o Hoba que inspirou Stan Lee e Jack Kirby da *Marvel Comics* a escrever sobre o *Pantera Negra* e o país de Wakanda; o Cape York que inspirou Hergé a escrever os quadrinhos Tintim e *A Estrela Misteriosa*.

²⁹⁰ De acordo com Sandy (2022), as exposições informativas e exposições interpretativas são dois subtipos das exposições estéticas.

fato ou acontecimento histórico que será rememorado. A exposição informativa é voltada para a informação do público. E, por fim, a exposição interpretativa é voltada para a construção do conhecimento. Dessa forma, a escolha do tema da exposição se adequa ao tipo expositivo: exposições sobre a ciência e cultura dos meteoritos podem ser exposições informativas e interpretativas, e as exposições sobre a história dos meteoritos podem ser exposições históricas ou documentais, cronológicas e comemorativas. Nas exposições sobre a história de meteoritos, é importante a organização de fichas e fichamentos de documentos para facilitar na organização da cronologia.

Além dos cinco tipos de exposições, também é importante mencionar outras duas possibilidades expositivas, como a elaboração de um painel semântico, que é utilizado pela polícia na investigação de crimes, e o painel de imprensa, jornal mural ou jornal temático com exposição de notícias. Nesse caso, é possível imprimir notícias da Hemeroteca Nacional Digital, porém pode ser problemático expor notícias encontradas na *internet*, a não ser que sejam previamente diagramadas e editadas pelos professores ou estudantes. Algumas práticas folclóricas regionais e locais podem ser de interesse na exposição dos resultados da pesquisa sobre a história do meteorito, como a elaboração de um almanaque, um gibi ou um cordel, sugeridas respectivamente por Santos et al. (2023), Carvalho (2010) e Souza (2022).

O terceiro e último passo corresponde ao do desenho expográfico da exposição e para isso sugerimos a utilização da ferramenta 5H2W²⁹¹ para responder as seguintes perguntas: O que expor e o que deve ser feito para a exposição? (os materiais didáticos, materiais expositivos e materiais para leitura); Por que expor? (o objetivo); Quem deve fazer a exposição? (os recursos humanos); Onde expor? (a definição do local); Quando expor? (a definição da data da exposição ou da culminância); Como expor? (o *layout*, a organização e a fruição); Quanto custa expor? (o orçamento). Algumas dessas perguntas são bastante fáceis de responder, como as relacionadas à definição do local e à data da exposição. Como se trata de uma exposição escolar, quem deve organizar a exposição e produzir os materiais expositivos são os próprios professores e alunos. Em relação ao orçamento sempre

²⁹¹ A ferramenta 5H2W é uma metodologia bastante eficaz para a solução de problemas práticos. Ela parte de sete perguntas básicas que devem ser feitas previamente para a solução de um problema: *What*: o que deve ser feito? *Why*: por que precisa ser realizado? *Who*: quem deve fazer? *Where*: onde será implementado? *When*: quando deverá ser feito? *How*: como será conduzido? *How much*: quanto custará esse projeto?

demandar algum custo, mesmo que seja apenas de material escolar. Os objetivos de uma exposição escolar sobre meteoritos podem ser vários, porém justificamos que o objetivo principal é o reconhecimento da importância desses objetos para a história local, para a história da ciência e mesmo para uma conexão entre o ser humano e o cosmo.

Para definir o que será exposto e o que será elaborado para exposição é preciso definir se ela será analógica ou digital, e nesse último caso se será real ou virtual. Na exposição analógica tradicional, utiliza-se a técnica denominada como bricolagem (ou seja, recortes de jornais e revistas, materiais impressos, figuras, etc).

Já na exposição digital, ela pode ser apresentada de forma virtual ou impressa na escola. Na produção dos materiais expositivos digitais, os estudantes têm que produzir peças gráficas como painéis, pôsteres, *banners*, telas, *flyers*, *folders*, etc. Ao investir em projetos de arte digitais, seria relevante produzir peças que possam ser referenciadas, acessíveis, reutilizáveis e reaproveitáveis, e nesse caso apostar no uso de *templates*, que também facilitam a vida do estudante além de gerarem padronização estética e harmônica visual, uma assinatura expositiva. Para edição e diagramação dessas peças é necessário primeiramente pesquisa, redação de textos, seleção iconográfica, edição de fotografias, ilustrações, mapas, gráficos, infográficos, etc. A principal vantagem dessa proposta é que ela permite a utilização das Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDICs) no ensino-aprendizagem. Ao optar por arte digital, lembramos que nas escolas são importantes as exposições tangíveis, de especial impacto para as crianças e adolescentes e não apenas a exposição virtual.

Além desses materiais, recomendamos uma exposição audiovisual com elaboração de apresentações de *slides* e edição de vídeos relacionados à temática, que podem ter um impacto especial na exposição, já que fenômenos meteoríticos como o som e a luz são pouco conhecidos pela maioria das pessoas.

Materiais palatáveis e tangíveis também devem ser expostos, pois permitem uma interação com o público. Sugerimos o uso de amostras de meteoritos²⁹²,

²⁹² Em uma exposição de meteoritos apenas seis amostras são requeridas: um siderito, um siderólito (pallasito), um condrito e três acondritos (um lunar, um marciano e um de Vesta).

*meteorwrongs*²⁹³, coriscos ou pedra de raios²⁹⁴, fulguritos, impactitos e tectitos. Caso sejam expostas amostras de meteoritos, minerais e rochas, sugerimos o uso de um expositor (uma valise ou uma caixa de vidro ou de acrílico), com o fundo do expositor revestido com papel-alumínio ou tecido vermelho ou preto e as fichas técnicas dos objetos expostos.²⁹⁵ Também interessante são os objetos da cultura material relacionados aos meteoritos, como artefatos históricos como medalhas, moedas, ferramentas, armamentos, espadas, etc. Nesse caso seria estimulante utilizar modelos 3D disponíveis no site *Sketchfab*. A Realidade Aumentada também seria uma opção viável para expor objetos e materiais com uso do QRCode. A confecção de maquetes, moldes e dioramas de crateras de impacto também podem ser alternativas para exposição escolar.

A exposição escolar pode ser realizada no pátio, na entrada da escola ou dentro de uma sala de aula. Numa verdadeira experiência museal, a própria sala de aula pode se metamorfosear em um cubo branco, como os utilizados nas sofisticadas mostras de arte moderna e contemporânea. Devido os meteoritos referirem-se ao cosmos, o interessante seria a exposição em uma sala escura, tipo um cubo escuro, o que se aproxima também dos conceitos da câmara obscura, gabinete de curiosidade ou câmera fantástica. Feito isso, é preciso criar a imersão e, nesse caso, é preciso pensar na iluminação e sonorização, típicos de um espetáculo ou de um *show de rock'n'roll*. Na iluminação são necessários alguns equipamentos que poderiam ajudar na imersão como *laser* (utilizados por *deejays* em festas *rave*), fita LED, *Ring Light*, holofotes, lanternas, lâmpadas, fontes luminosas (LED, UV, coloridas), pisca-pisca, etc. Na sonorização são apenas necessários alguns equipamentos básicos como caixa de som, televisão, *datashow* ou *notebook*.

A exposição pode extrapolar os limites da escola, pois pode ser realizada a céu aberto ou na praça pública da cidade. Também é possível realizar uma exposição

²⁹³ Os materiais encontrados na Terra são mais acessíveis, e numa exposição de meteoritos seria interessante exibir os *meteorwrongs*, ou materiais ferríferos e niquelíferos encontrados por aqui e confundidos com meteoritos. Pela abundância, os minerais de ferro terrestre (hematita, hematita especularita, magnetita, piritita, goethita, limonita, siderita) são mais fáceis de serem encontradas no mercado ou coletados na própria região do que os minerais de níquel terrestre (garnierita, pentlandita, millerita, niquelina, heazlewoodita, pirrotita).

²⁹⁴ Devido à legislação proibitiva e punitivista brasileira, a exposição de pedras de raio pode gerar problemas. Nesse caso sugerimos o uso de réplicas, facilmente obtidas por moldes para impressoras 3D em sites como o *Sketchfab*.

²⁹⁵ O site André Moutinho Meteoritos traz uma sugestão de exposição de meteoritos, sugerindo o uso de uma sofisticada caixa de proteção.

como um museu virtual ou mesmo como uma exposição em Realidade Virtual (VR) em jogos como *Minecraft* e *Second Life*.

Também destacamos o potencial de organização de uma exposição itinerante que poderia ser muito útil para o conhecimento científico, a divulgação científica, a popularização científica, a iniciação científica²⁹⁶, a reparação histórica ou a recuperação de futuros meteoritos²⁹⁷. Mesmo se tratando de uma exposição itinerante, é importante também a definição de um repositório, no qual os materiais possam ser expostos de forma semipermanente. Nesse caso, é preciso entrar em contato com o museu da cidade para negociar a curadoria de objetos expositivos.²⁹⁸

Para finalizar, talvez seria necessário organizar um catálogo da exposição. Nesse caso os materiais produzidos pelos professores e estudantes poderiam constar nesse catálogo, bem como as fotografias e as fichas técnicas dos materiais expostos. Por fim, realçamos a importância da divulgação de ações docentes e discentes, tanto nas redes sociais, quanto em produções acadêmicas, pois muitos casos de sucesso podem inspirar boas práticas e semeá-las pelo país. A criatividade e a inovação ainda são um dos grandes desafios encontrados por docentes e discentes em suas atividades teóricas e práticas em sala de aula.

A parte propositiva deste trabalho foi pensada a partir de uma peculiaridade histórica local, utilizando os meteoritos como ponto de partida para intervenção na comunidade e para pensar a ciência, como caçar meteoritos. Entretanto, deixo em aberto a indagação sobre como poderíamos alcançar a história como ponto final, como caçar histórias locais. Que curiosidades locais podem ser o pano de fundo para escrever a história da ciência em sala de aula? Em breve gostaríamos de ler a história dos caçadores de pterossauros da Chapada do Araripe, dos caçadores de crateras

²⁹⁶ Reconhecemos o potencial multiplicador de projetos de iniciação científica e de ciência cidadã que utilizam meteoritos como *kit* pedagógico ou didático que poderiam serem expostos em escolas e eventos científicos.

²⁹⁷ Uma exposição itinerante com objetivo de recuperação de futuros meteoritos no país pode ser uma ideia bastante promissora, já que o Brasil possui poucos meteoritos conhecidos pela ciência e estimativas indicam que existem meteoritos em circulação que possam estar nas mãos dos cidadãos que os encontraram. No caso sugerimos a criação de materiais de divulgação impressos, como um *folder* de divulgação científica que contesse informações sobre as formas como os meteoritos são normalmente encontrados, a sua importância para ciência e indicações aos possíveis interessados de instituições que poderiam entrar em contato para realização de estudos nessas amostras.

²⁹⁸ Caso existam materiais que deseje doar à um museu local para realizar a curadoria e a exibição dessas amostras o processo é bem simples. O museu fornece um documento, o termo de doação, no qual é indicada a finalidade dos objetos expositivos. Se for uma exposição itinerante, é preciso redigir o documento, com a descrição da intenção e dos valores dos materiais doados, e registrar a transação em cartório. O museu ficará responsável tanto pela exibição, quanto pelo empréstimo dos materiais.

de impacto de Vargeão, dos caçadores de dinossauros de Uberaba, dos caçadores de opalas preciosas de Pedro II, dos caçadores de turmalinas paraíbas de São José da Batalha, dos caçadores de topázios imperiais de Ouro Preto, dos caçadores de muiraquitãs de Santarém, dos caçadores de cobras peçonhentas da Ilha Queimada Grande, etc. E que seus feitos sejam contados em sala de aula.

CAPÍTULO 4

DA HISTÓRIA DO METEORITO CAMPINORTE E DO METEORITO URUAÇU ÀS EXPERIÊNCIAS DE ENSINO NAS COMUNIDADES

O objetivo desse capítulo é exatamente reconstruir a história dos achados dos meteoritos Campinorte e Uruaçu, que possuem importância nacional, pela quantidade de massas recuperadas e pelos seus achados recentes, bem como relatar algumas experiências de ensino realizadas nas comunidades envolvidas, como uma forma de reflexão sobre a importância desses achados para a História Local e para a Ciência.

Os meteoritos encontrados em Goiás possuem especial importância na coleção nacional meteorítica, principalmente devido à recuperação de grandes meteoritos²⁹⁹, mas também pela sua permanência em território nacional. Os achados meteoríticos goianos são: Santa Luzia de Goiás (1921), Veríssimo (1965), Sanclerlândia (1971), Itapuranga (~1977), Campinorte (1992), Uruaçu (1992), Faina (2011), Santo Antônio do Descoberto (2011) e Montes Claros de Goiás (2018). Alguns desses meteoritos foram encontrados em sítios muito próximos, como é o caso dos meteoritos Itapuranga e Faina³⁰⁰, Santa Luzia e Santo Antônio do Descoberto³⁰¹, e Campinorte e Uruaçu.

Os dois meteoritos, o Campinorte e o Uruaçu, foram encontrados de forma independente no Maciço de Goiás³⁰², região muito rica em ouro, atividade que sofreu um recrudescimento no país, graças à Nova Corrida do Ouro, provocada pela descoberta de ouro em Serra Pelada em 1979. De fato, Bertran (2002) denomina a região do Rio Maranhão como aquela em que “não tem serras que não se lhe tenha achado ouro” (BERTRAN, 1998: 212) e Cunha Mattos como o “rio mais rico do universo” (CUNHA MATTOS Apud BERTRAN, 1998: 72). Os meteoritos foram encontrados próximos entre si, de forma independente, no ano de 1992. Os dois

²⁹⁹ Dos 10 maiores meteoritos encontrados no Brasil, 5 foram encontrados em Goiás: o Campinorte, o Santa Luzia, o Uruaçu, o Itapuranga e o Sanclerlândia. Juntos totalizam a massa do Bendegó.

³⁰⁰ Os Meteoritos Itapuranga e Faina foram encontrados a 27,09 km de distância.

³⁰¹ Os Meteoritos Santa Luzia de Goiás e Santo Antônio do Descoberto foram encontrados a 41,27 km de distância e são do mesmo tipo, sideritos IIAB.

³⁰² O Maciço de Goiás é uma formação geológica localizada no norte do estado de Goiás. De acordo com Lacerda Filho (2000): “compreende um fragmento crustal complexo, representando um microcontinente envolvido nos processos colisionais brasileiros, sendo constituído pelos terrenos arqueanos granito-greenstone de Goiás, Crixás, Guarinos e Pilar de Goiás, acrescidos de terrenos ortognáissicos paleoproterozóicos, capeados por metassedimentos do Grupo Serra da Mesa, seqüências metavulcano-sedimentares (Juscelândia, Coitezeiro e Palmeirópolis) além dos complexos granulíticos (Cana Brava, Niquelândia e Barro Alto)” (LACERDA FILHO, 2000: 22).

meteoritos foram os primeiros meteoritos brasileiros encontrados e identificados *in situ* com auxílio de detectores de metais³⁰³. Como afirma Zucolotto (2014), “recentemente, o número de meteoritos encontrados em Goiás tem crescido, principalmente pela busca de ouro. Isso se deve aos detectores de metal que encontram meteoritos em vez de ouro” (ZUCOLOTTO, 2014: 386). Ao que tudo indica, o acesso aos detectores de metais no Brasil foi possível devido à política neoliberal do governo Fernando Collor de Mello (1990-92) indicando que os detectores de metais podem ter sido obtidos a partir da importação.³⁰⁴

Os dois municípios encontram-se próximos da área que foi inundada pelo Rio Maranhão para a construção da hidrelétrica e da represa de Serra da Mesa em 1996. Segundo Bertran (1998), entre 1995 e 1996 foi realizada na região uma pesquisa de salvamento de sítios de interesse arqueológicos, antropológicos, históricos e científicos, liderada por Dilamar Cândida Martins e pela equipe do Museu Antropológico da Universidade Federal de Goiás (UFG) (BERTRAN, 1998: 19). Porém, na ocasião, não foram encontrados vestígios de meteoritos em nenhuma dessas áreas.

Para escrever as micro-histórias dos meteoritos Campinorte e Uruaçu, foi realizado um levantamento de fontes; selecionamos as fontes obtidas a partir das publicações científicas, das notícias da imprensa, das fontes iconográficas e outras fontes inusuais, como o certificado de autenticidade dos meteoritos. Procuramos identificar a localização exata dos sítios e o nome das propriedades rurais onde foram encontrados os meteoritos Campinorte e Uruaçu com o auxílio da cartografia e de geotecnologias, como mapas topográficos e temáticos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e imagens de satélite de softwares como o *Google Maps* e o *Google Earth*. De qualquer forma, foi possível reescrever as micro-histórias dos meteoritos admitindo algumas lacunas, que futuras pesquisas poderão elucidar e auxiliar na sua solução.

³⁰³ De todos os oitenta e cinco meteoritos brasileiros, seis foram encontrados com o auxílio de detectores de metais: o Campinorte (1992), o Uruaçu (1992), o Pontes e Lacerda (2013), o Nova Olinda (2014), o Nossa Senhora do Livramento (2016) e o Conceição do Tocantins (2021).

³⁰⁴ Os detectores de metais tornaram-se populares graças ao barateamento da tecnologia por empresas norte-americanas, australianas e europeias na década de 1970 (SANDOVAL, 2012: 30). A nossa hipótese era de que a chegada da empresa australiana *Minelab* na cidade de Uruaçu pode ter influenciado nos achados dos dois meteoritos na região. A *Minelab* só iniciou suas operações no Brasil em 2018, mesmo ano que a representante da empresa começou a atuar em Uruaçu.

4.1 A história do meteorito Campinorte

O nosso objetivo é recontar a história do Meteorito Campinorte³⁰⁵, do seu achado oficial em 1992 à sua remoção para o Museu da Geodiversidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), em 2021.

O povoado de Campinorte³⁰⁶ surgiu por volta de 1910 e 1918 na fazenda Jacaré ou Lages que pertencia ao capitão Dionízio Corrêa de Miranda e que possuía mais de 40 mil hectares. De acordo com o site da Prefeitura de Campinorte, a origem do nome Campinorte está na abundância de extensas campinas ao longo do regato Campinas:

(...) O nome Campinas, dado ao povoado teve a influência direta do nome do regato e esse, por sua vez, levou o nome de Campinas, por banhar uma área de extensas Campinas. O povoado situado nas proximidades da confluência de duas grandes estradas, uma ligando o Sul, com o sertão do Norte do Estado de Goiás, ligando essa à face Oeste do Estado e consequentemente a cidade de Goiás, Capital do Estado. A estrada real, conforme, era conhecida, ligava o Sul e o Norte; Araguari, Catalão, Pirenópolis e Anápolis (Antas) mantinham intercâmbio comercial com a região de Amaro Leite, Porangatu (Descoberto) e Peixe, através dessa estrada, por onde transitavam os carros de bois, tropas, boiadas e mercadorias. Seu percurso nessa região cortava o alto curso do Ribeirão da Mula, passando pelo flanco esquerdo da Serra do Barro Vermelho em direção ao Norte. A segunda estrada importante, fazia o elo de ligação da estrada real com a região de Crixás e Pilar de Goiás, que também se dirigia à cidade de Goiás, Capital do Estado. Claro que essas rotas tinham como principal objetivo, a extração, comercialização e transporte do ouro dessas regiões citadas. Na região de Campinas se praticava a criação dos gados bovinos, equinos e muares, numa extensão de pastagens naturais (...) (PREFEITURA DE CAMPINORTE).

O povoado cresceu ao longo do século XX especialmente após a construção da Estrada Federal Bernardo Sayão ou BR-153, em 1948. Em 26 de setembro de 1958, o povoado tornou-se distrito do município de Uruaçu e em 8 de outubro de 1963 foi elevado à categoria de município. Em 1991, a população da cidade era de 8.257³⁰⁷ habitantes, o que ainda o tornava um município de pequena dimensão no estado de Goiás.

³⁰⁵ As fontes utilizadas para a escrita da história do Meteorito Campinorte foram o *Meteoritical Bulletin* Nº99 (2012), as notícias na mídia nacional e as fontes iconográficas. Os dados do MetBull Nº99 (2012) estão repletos de imprecisões sobre o achado do Meteorito Campinorte, pelo qual as notícias ajudaram na confrontação dos fatos. Em relação às notícias, pelo menos 15 notícias principais e inúmeras derivadas foram publicadas em vários jornais do país.

³⁰⁶ É importante realçar que o município goiano de Campinorte não possui uma história escrita da sua própria cidade e também ainda não possui um museu local.

³⁰⁷ Dados do Seplan (2006).

Mas foi na Fazenda Jacaré ou Lages³⁰⁸, localizada no município de Campinorte e na divisa com o município de Nova Iguaçu de Goiás que, em 1992, ocorreu o descobrimento ocasional de uma “pedra de ferro” que iria movimentar a história desse pacato município (Mapas 3, 4, 5 e 6). A “pedra de ferro” foi encontrada na propriedade da família Braz Oliveira. O patriarca da família era um imigrante originário do sul de Goiás, garimpeiro por profissão, e adquiriu a fazenda na qual criou os filhos Eli Braz Oliveira (1947-) e José Braz Oliveira (1950-). A “pedra-ferro” se tornaria conhecida, com o passar do tempo, como um dos maiores meteoritos encontrados no Brasil.

Ao que tudo indica, o meteorito Campinorte foi descoberto duas vezes: a primeira ocorrida em 1992 e a outra, provavelmente, em 2008. Em 1992, Eli e o irmão José descobriram na propriedade da família uma pedra de ponta dura e em forma de pera que estava enterrada parcialmente no solo próximo a uma represa, num local onde existem quatro represas que são as nascentes do rio ou ribeirão da Mula, afluente do lado esquerdo do Rio Maranhão. Suspeitando se tratar de um meteorito, os irmãos Braz Oliveira retiraram uma amostra da rocha que foi enviada em 1996 para o advogado da família em Goiânia, Joaquim Luís da Silveira, para ser analisada em um laboratório. O laboratório deu parecer negativo sobre a rocha, afirmando ser ferro de escória e sem valor. Ao que tudo indica, os irmãos mantiveram em segredo a existência da pedra-ferro por dezesseis anos, até que ela foi reencontrada na propriedade pelo caçador de ouro Laerte possivelmente entre 1996 e em 2008.

Provavelmente, entre julho ou agosto de 2008, um boato sobre a existência da pedra de ferro foi “vazada”, pois Laerte havia comunicado ao comerciante de minérios Rogério Vieira Diniz³⁰⁹, da cidade de Curvelo (MG), que estava na região de Campinorte e foi até o local onde se encontrava a “pedra-ferro” com um detector de metais ou “piu-piu” alugado. Uma comitiva foi formada por Laerte, Rogério Vieira Diniz e Rosy que foram até a Fazenda Jacaré ou Lages investigarem a “pedra-ferro”. De acordo com Alves (2008), na ocasião, Rogério Vieira Diniz passou o detector de metais sobre a “pedra-ferro” que apitou repetidamente e, o comerciante de minérios teria dito que “tinha tanto ferro embaixo da terra que o detector quase explodiu” (ALVES, 2008). Durante a investigação da rocha realizada pelos senhores Diniz,

³⁰⁸ É comum dar o mesmo nome para diversas propriedades rurais existentes em uma região rural a partir de uma grande propriedade rural que foi desmembrada com o passar dos anos. Isso indica que a Fazenda Jacaré ou Lages é uma parte da antiga fazenda que originou o município de Campinorte.

³⁰⁹ O nome correto é Rogério Vieira Diniz. A notícia “Meteorito desperta a cobiça em Goiás” do *Diário da Manhã* de 15/11/2008 cita erroneamente Rogério Vieira Dias.

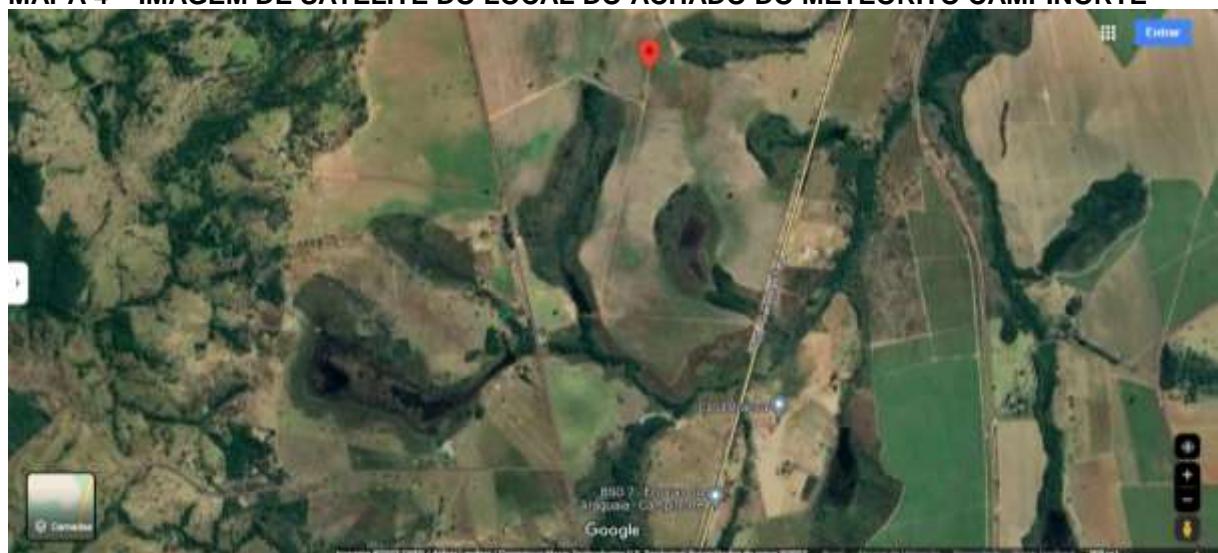
Laerte e Rosy, o meteorito ainda permanecia com metade da massa enterrada no solo. Rosy pediu permissão ao dono da fazenda Eli, que autorizou que os homens removessem parte da massa, que gerou uma segunda amostra de 50 g que foi retirada por um deles e levada por Rogério Vieira Diniz para ser analisada no Museu Nacional no Rio de Janeiro. Ao mesmo tempo, acredita-se que um homem chamado Gercy, da cidade de Uruaçu, também possa ter sido o responsável pelo “vazamento” da informação da existência do meteorito para os especialistas do Museu Nacional (ALVES, 2008).

MAPA 3 – MAPA DO LOCAL DO ACHADO DO METEORITO CAMPINORTE.



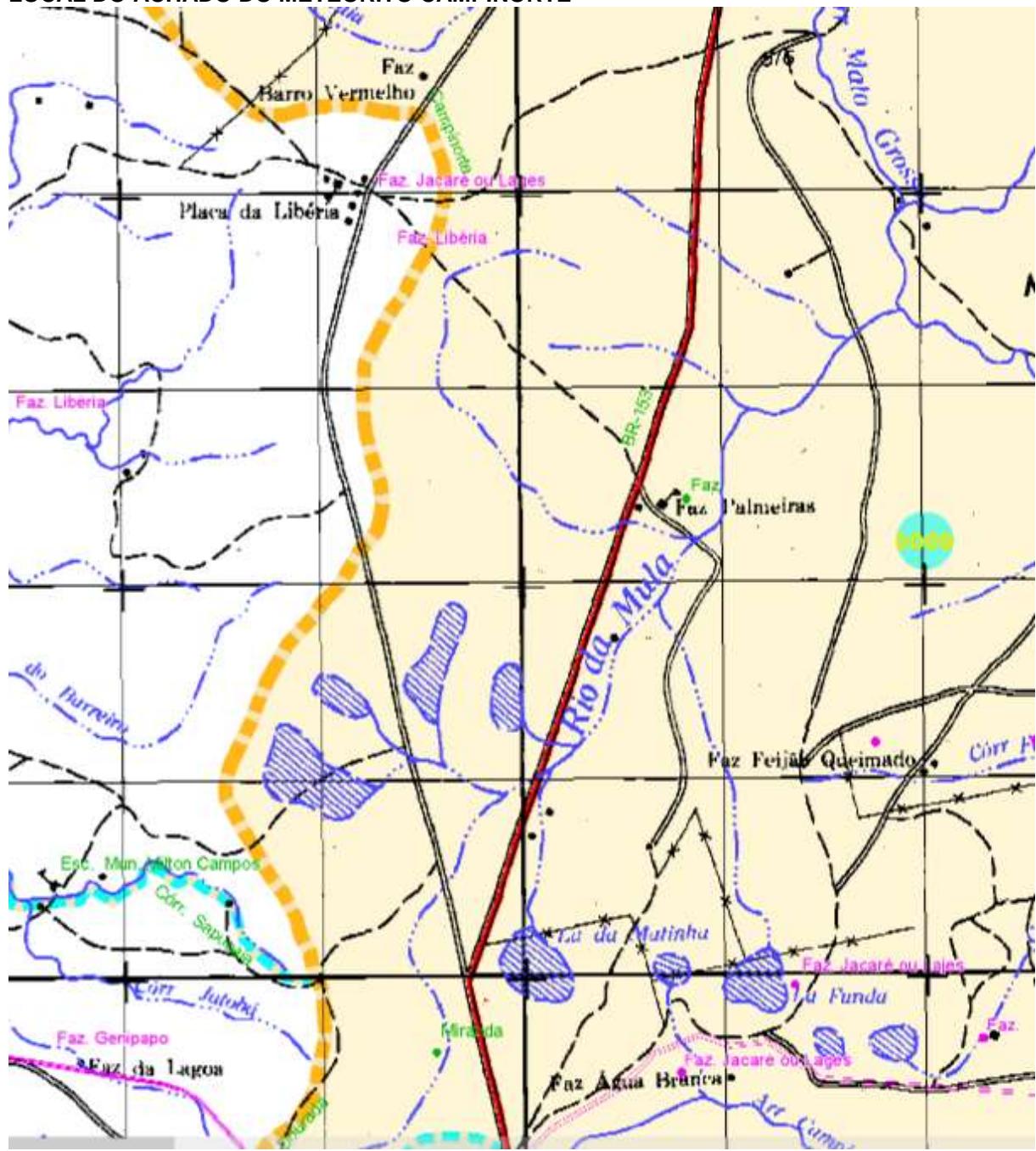
Fonte: Google Maps.

MAPA 4 – IMAGEM DE SATÉLITE DO LOCAL DO ACHADO DO METEORITO CAMPINORTE



Fonte: Google Maps.

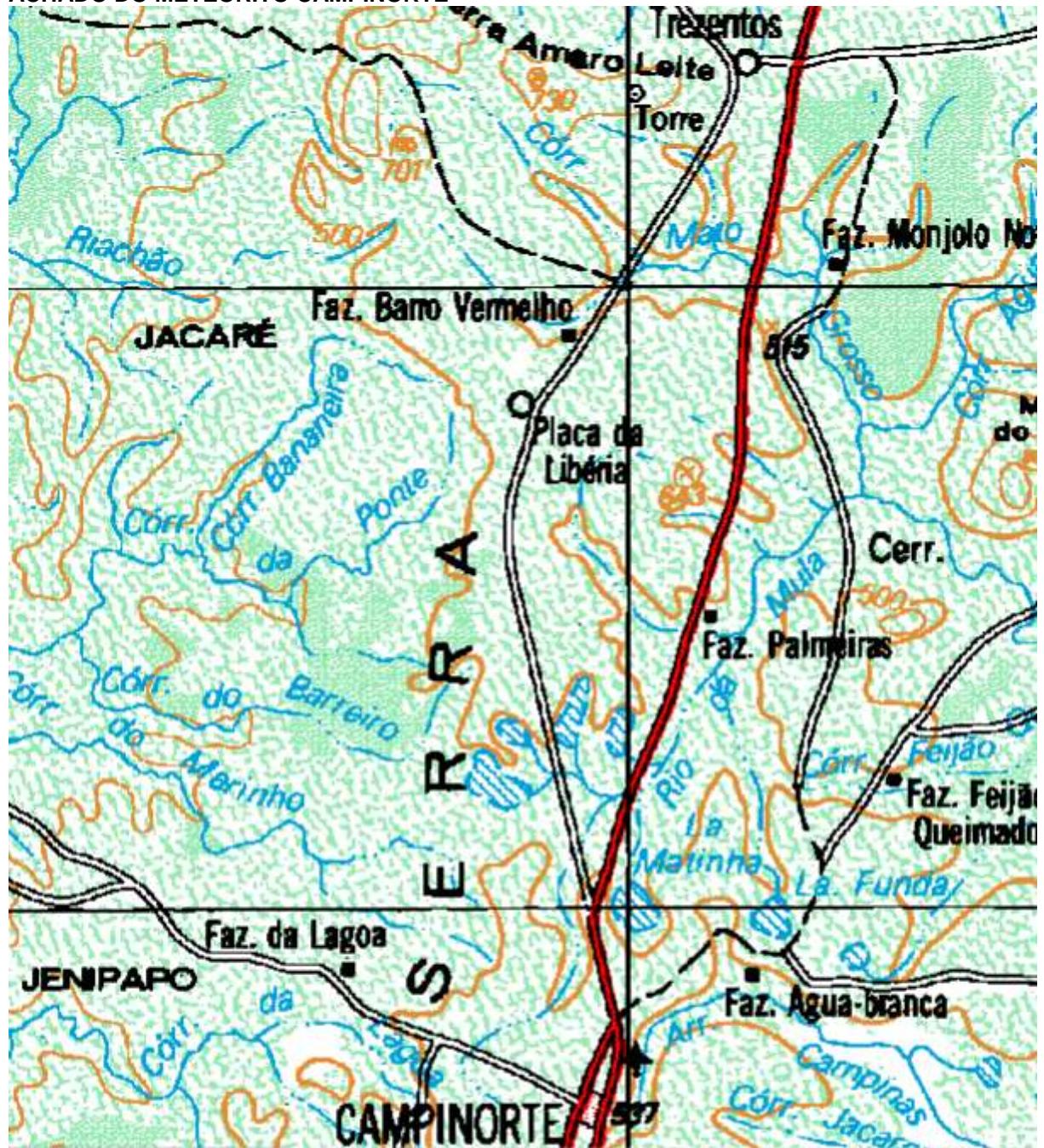
MAPA 5 – DETALHE DO MAPA MUNICIPAL ESTATÍSTICO DE CAMPINORTE MOSTRANDO O LOCAL DO ACHADO DO METEORITO CAMPINORTE



Com o segredo revelado, em um único dia, Eli Braz Oliveira e José Braz Oliveira terminaram de escavar o meteorito, o mediram e tiraram alguns “retratos” (Imagen 1). Temendo perder a posse do suposto meteorito, Eli Braz Oliveira colocou o objeto em sua caminhonete com o auxílio de um trator. O peso do objeto danificou toda a caminhonete, quebrando a carroceria e furando todos os pneus. Anos depois, em 2013, Eli relatou o procedimento de remoção do meteorito ao jornal *Bom Dia Goiás*:

Eu tava andando aqui vi uma pedra diferente. Aí eu trouxe uma caminhonete para pegar. E aí amarrei um laço, puxou na caminhonete e não nem aluiu e arrebentou o laço. Eu peguei e fui atrás de um trator, um 85, e veio com uma pá, e veio, e pegou ela e levantou, mas e levantou a traseira dele também, pus dentro da caminhonete, a caminhonete baixou e foi, tá dentro tem que ir, aí quebrou carroceria da caminhonete, cortou os pneus da caminhonete tudo, mas foi, devagarinho foi (ELI BRAZ OLIVEIRA Apud G1 2013).

MAPA 6 – DETALHE DA CARTA TOPOGRÁFICA DE CAMPINORTE MOSTRANDO O LOCAL DO ACHADO DO METEORITO CAMPINORTE



Fonte: IBGE. Carta Topográfica de Uruaçu. Escala 1:250 000.

De acordo com Alves (2008), o meteorito foi enterrado em um outro local na fazenda, em terras onde eram “pisoteadas diariamente por bois e vacas criados para corte” (ALVES, 2008). (Imagem 2). Em entrevista dada ao jornalista Renato Alves do Correio Braziliense em novembro de 2008, Eli Braz Oliveira teria confirmado que o meteorito havia sido desenterrado e novamente enterrado em um outro ponto da propriedade. Eli Braz Oliveira descreveu com detalhes o feito realizado com o irmão José Braz Oliveira:

O fazendeiro confirmou que o meteorito está enterrado em um ponto da propriedade. “Fizemos isso (ele e o irmão) no mesmo dia que desenterramos o meteorito. Tiramos uns retratos e uma lasca para mandar para exame. Depois, a gente mudou ela de lugar para ficar escondida”, contou. “Cê precisava ver a pedra limpa. Ela é linda (ALVES, 2008: 26).

Enquanto isso, a segunda amostra do meteorito foi analisada em 2008. O estudo petrográfico foi realizado no Brasil, por Maria Elizabeth Zucolotto no Museu Nacional do Rio de Janeiro. O estudo geoquímico foi realizado na Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA), localizada em Los Angeles (CA), nos EUA, por John T. Wasson, um dos maiores especialistas à época, com o auxílio do *Instrumental Neutron Activaton Analysis* (INAA), instrumento que analisa a proporção de elementos químicos em um determinado material e que ainda não existia no Brasil. De acordo com Zucolotto, a inexistência de crosta de fusão poderia indicar que o meteorito caiu³¹⁰ há cerca de mil anos atrás³¹¹. Porém, apenas estudos detalhados de sua *Terrestrial Age*³¹² poderiam indicar a datação correta.

Posteriormente, uma outra amostra de 80 g foi para a Universidade de Alberta (UAb), localizada em Edmonton (AB), Canadá. Entre outubro e novembro de 2008, o *Lunar and Planetary Institute*, órgão vinculado a Nasa, confirmou que se tratava de um meteorito autêntico, o 58º encontrado no Brasil e publicou a notícia sobre sua existência no *Meteoritical Bulletin Database*.

³¹⁰ A imagem do meteorito indica visualmente que ele possui uma coloração amarronzada, típica de meteoritos que foram intemperizadas pela ação do tempo.

³¹¹ Uma possibilidade seria analisar as pinturas rupestres encontradas na área para encontrar pistas sobre alguma representação paleoindígena ou indígena da queda. A região é muito rica em pinturas rupestres, ainda desconhecidas pela ciência.

³¹² De acordo com Laeter (2006), alguns métodos de datação da *Terrestrial Age* são a mensuração da meia-vida dos radionuclídeos presentes no meteorito a partir do isótopo do ^{14}C , ^8Be , ^{26}Al , ^{36}Cl ou ^{129}I e a spectrometria de massa com acelerador (AMS) (LAETER, 2006: 375).

IMAGEM 1 – FOTOGRAFIA DO METEORITO CAMPINORTE POSSIVELMENTE NO LOCAL EXATO DO ACHADO



Fonte: G1, 2013.

IMAGEM 2 – METEORITO CAMPINORTE APARENTEMENTE SENDO ENTERRADO EM UM BURACO EM 2008



Fonte: Progresso Campinorte-Goiás, *Facebook*, 2013.³¹³

³¹³ Disponível em:
<https://web.facebook.com/comunidadecampinortense/posts/pfbid0CoE5CixwfRD6JqrKY6GY91EiTVEVyUieMNXYgrbKT6dfT2kZkMpn1WMG8m7akDpl>. Acesso em: 25 out. 2023.

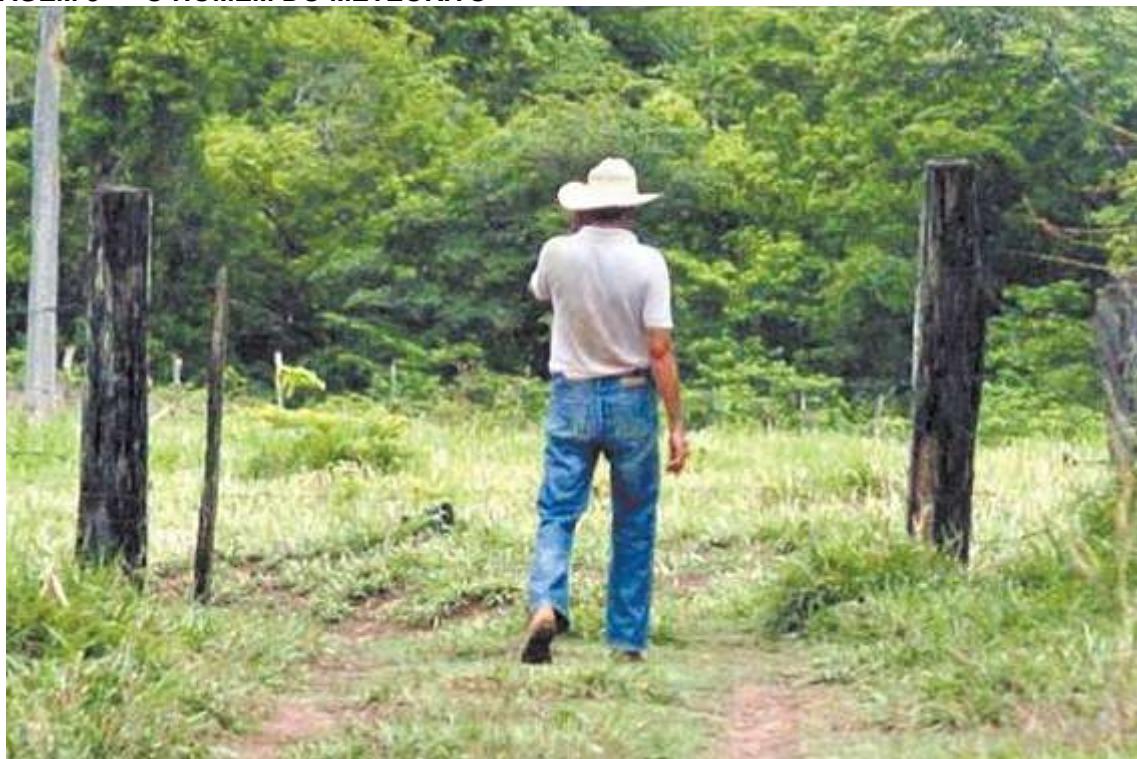
Em 12 de novembro de 2008, o jornalista Renato Alves publicou uma notícia na qual a foto do Meteorito Campinorte foi parar na capa do jornal *Correio Braziliense*, principal veículo de imprensa do Distrito Federal. Uma equipe do jornal foi até a cidade de Campinorte atrás de informações sobre o meteorito, rendendo mais duas notícias publicadas entre os dias 13 e 14 de novembro de 2008. Alves (2008) publicou “que os quase 10 mil moradores de Campinorte, cidade distante 300 km de Brasília onde está o material vindo do espaço, ainda não sab[iam] da descoberta” (ALVES, 2008). A população de Campinorte reagiu de forma natural à história, alguns cidadãos compraram a edição impressa do jornal para guardá-la em seus arquivos pessoais, enquanto outros espalharam o boato de que o dono do meteorito poderia ter fugido da cidade. A equipe do *Correio Braziliense* conseguiu, com exclusividade, entrar em contato com Eli Braz Oliveira, que se manteve anônimo na ocasião, porém, o jornal deu uma pista de quem poderia ser o dono do meteorito, já que teria sido um candidato a vereador na cidade de Campinorte que perdera as eleições pelo PTB/GO em 2008. Na entrevista, Eli Braz (Imagem 3) revelou que a pedra-ferro “é linda [e] é igual a um espelho”, e que temia por sua vida e da sua família, medo explicado pelo recente assassinato de um sem-teto residente do município após ter ganho na Loto Fácil em 2007 (ALVES, 2008). No dia 15/11/2008, o *Diário da Manhã* de Goiânia, e no dia 19/11/2008, a *Folha de São Paulo* também publicaram notícias sobre o Campinorte, e a partir daí tornaram o objeto conhecido tanto localmente, quanto nacionalmente.

A repercussão da notícia caiu como uma bomba entre os irmãos Braz Oliveira, que temendo serem mortos ou mesmo perderem a posse do meteorito, deram uma “maria-perdida”³¹⁴ no meteorito e iniciaram o procedimento de remoção do buraco onde se encontrava. Ao que parece, entre 2008 e 2013, o meteorito foi retirado da fazenda e foi levado com o auxílio de uma retroescavadeira para a residência de José Braz Oliveira na cidade de Campinorte (Imagem 4).³¹⁵ O meteorito ficou escondido por décadas, tornando-se um grande mistério. Onde esteve escondido?

³¹⁴ Maria-Perdida: de acordo com uma lenda local, que me foi contada oralmente, é uma planta que só existe na margem esquerda do Rio Maranhão e que possui a propriedade mágica de fazer com que as pessoas que esbarrem nela no cerrado se percam. Infelizmente, não foi possível identificar a erva citada, mas gostaríamos de registrar essa lenda para futuras confrontações advindas de outras pesquisas sobre a história local de Campinorte.

³¹⁵ O muro de alvenaria presente na fotografia pode indicar que o Meteorito Campinorte foi para uma residência na cidade de Campinorte e ficou sobre a sombra de um grande babaçu por anos.

IMAGEM 3 – “O HOMEM DO METEORITO”



Fonte: *Correio Braziliense*, 2008.

O meteorito, de cerca de 2 t, ficou escondido enquanto os irmãos Braz Oliveira aguardavam a melhor proposta de compra. As estimativas do valor do meteorito eram entre R\$20,00 a R\$20.000 o grama, maior que o grama do ouro ou do quilate do diamante. Isso tornava o valor estimado do meteorito bem elevado, variando em 200 mil dólares a 1 milhão de dólares, ou entre 600 mil, 1 milhão, 5 milhões ou 20 milhões de reais. De acordo com Alves (2008), Eli teria recebido uma oferta de um italiano que teria oferecido 1 milhão (ALVES, 2008). Uma outra oferta de uma corretora dos EUA e uma outra de um homem de Goiânia³¹⁶ que queria que ele “assinassem uns papéis”, que também não se concretizaram (ALVES, 2013). De acordo com Castro (2021), Eli Braz Oliveira recebeu várias propostas "já me ofereceram até US\$ 5 milhões, mas é só de boca. No dia de pagar, não vem. A hora que o dinheiro cair na conta, a gente libera" (CASTRO, 2021). Enquanto isso, os especialistas do MNRJ também temiam que o meteorito pudesse ser vendido como sucata, e que mesmo assim, ainda poderia valer muito dinheiro (LUZ, 2008).

³¹⁶ Levantamos a hipótese de que esse “homem de Goiânia” tenha sido Célio Rezende, o dono do Meteorito Uruaçu. Essa hipótese é baseada a partir do certificado de autenticidade do meteorito Uruaçu, que foi assinado por Célio Rezende em 2009 com a localização de Goiânia, na mesma época que o meteorito Campinorte se tornava público.

IMAGEM 4 – METEORITO CAMPINORTE PROVAVELMENTE NO QUINTAL DA RESIDÊNCIA DA FAMÍLIA BRAZ OLIVEIRA LOCALIZADA NO MUNICÍPIO DE CAMPINORTE ENTRE 2008-2021



Fonte: Fundação Coppetec, *Instagram*, 2021.³¹⁷

Enquanto isso, os estudos sobre as amostras do Meteorito Campinorte continuavam. O meteorito foi classificado como siderito desagrupado³¹⁸. Isso significa que esse meteorito não se relaciona com quase nenhum meteorito conhecido no mundo. Para ser agrupado em uma classe é preciso, de acordo com Smith et al. (2019), que pelo menos cinco meteoritos semelhantes estejam relacionados (SMITH et al., 2019: 75). De acordo com Abreu (2021), Zucolotto teria dito que o meteorito Campinorte “não se enquadra em nenhum dos grupos químicos. Pode ser que, no futuro, ele faça parte de um novo grupo” (ABREU, 2021). O número de meteoritos sideritos desagrupados no mundo, de acordo com o *Meteoritical Bulletin*, é de 151.³¹⁹ O meteorito foi certificado oficialmente em 25 de agosto de 2010 e só foi publicado no *Meteoritical Bulletin* nº99 em 2012 (Tabela 1), vinte anos depois da sua descoberta oficial em Campinorte. Na ficha do meteorito Campinorte do *Meteoritical Bulletin* nº99 há uma descrição bem confusa do achado oficial da rocha espacial.

³¹⁷ Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/CSg50KbAbTE/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

³¹⁸ Meteorito Desagrupado é um tipo de meteorito raro que não possui relação com nenhum meteorito conhecido pela ciência como o Bacubirito, o Mbosi, o Dronino, o Gebel Kamil, o Zacatecas (1792), etc.

³¹⁹ Dos 151 meteoritos desagrupados, quatro são brasileiros: o Campinorte (GO), o Barbacena (MG), o Bocaiúva (MG) e o Castanheiras (RO).

TABELA 1 – FICHA DO METEORITO CAMPINORTE NO *METEORITICAL BULLETIN* Nº99

METEORITO CAMPINORTE			
Local	Campinorte, Goiás, Brasil	Coordenadas Geográficas	14° 15,48'S, 49° 9,55' W
Ano	Encontrado em 1992	Tipo	Férreo (Desagrupado)
História	Alguns garimpeiros que estavam prospectando minérios, quando um deles, Senhor Laert, comentou que havia encontrado uma “pedra de ferro” alguns anos atrás. Eles foram ao local e utilizando um detector de metais descobriram uma massa enterrada pela metade na terra. Senhor Rosy suspeitou se tratar de um meteorito e pediu permissão para o dono da terra para remover parte da massa. Senhor Diniz entrou em contato com o Museu Nacional, Rio de Janeiro, que confirmou ser um meteorito. O fazendeiro removeu e guardou o restante da pedra.		
Características Físicas	Uma grande massa de cerca de 2 toneladas em formato de pera sem crosta de fusão e regmagliptos ³²⁰ .		
Petrografia	(M. E. Zucolotto, MNRJ). Seção gravada mostra o Padrão de Widmanstätten ³²¹ , com bandas médias de $1,3 \pm 0,2$ mm. A camacita ³²² reveste as sub-bordas e são finas e numerosas de 1 para 5 μm fosfetos em seu interior. Linhas de Neumann ³²³ são comuns em poucas das lamelas de camacita. Taenita ³²⁴ e plessita ³²⁵ cobrem 5-15% da área e formam uma rede de campos de plessita; grandes taenitas foram decompostas para padrões martensíticos. Schreibersita ³²⁶ ocorre em cristais esqueletais nos grãos das bordas. Rhabditas ³²⁷ são comuns e espalhadas na camacita. Nenhuma grande inclusão está presente na amostra analisada, embora a presença de camacita em feixes em torno de alguns buracos sugere a presença de inclusões que foram removidas durante o processo de corte.		
Geoquímica	(J. T. Wasson, UCLA). Co = 5,8, Ni = 71 (ambas mg/g); Cu = 92, Ga = 74, Ge = 610, As = 12,2 Ru = 26, W = 3,05, Re = 1,9, Ir = 19,6, Pt = 33 e Au = 1,3 (todos em $\mu\text{g/g}$) obtido por INAA.		
Classificação	Meteorito Férreo (desagrupado), octaedrito grosseiro (J. T. Wasson, UCLA)		
Espécimes	Uma amostra da massa principal de 26,2 g está guardado no MNRJ, e outra de 70,0 g está guardado em UAb, incluindo uma fatia de 49,2 g. A massa principal está em Campinorte com um proprietário anônimo.		

FONTE: Garvie, 2012: E4.

Cinco anos após as notícias sobre o Meteorito Campinorte, um fluxo meteórico atingiu a Terra, e de acordo com Lobanovsky (2014), quinze eventos meteóricos, especialmente bólidos, foram registrados em diversas partes do mundo, entre 13 a 25 de fevereiro de 2013. Destes, quatro correspondem a explosões de bólidos, dos quais um ocorreu em Cuba, um na Arábia Saudita e outros dois na Rússia (LOBANOVSKY,

³²⁰ Regmagliptos são sulcos encontrados em meteoritos parecidos com “marcas de dedos” em uma massa de modelar.

³²¹ De acordo com Norton (2008), o Padrão de Widmanstätten é um “intercrescimento de camacita com baixo teor de níquel e taenita com alto teor de níquel que crescem mutuamente nas faces cristalinas de meteoritos octaedritos” (NORTON, 2008: 279).

³²² Camacita: liga de ferro-níquel rica em níquel α -(Fe, Ni). Mineral encontrado em meteoritos.

³²³ De acordo com Norton (2008), as Linhas de Neumann são “uma rede de linhas (planos geminados) em uma liga de ferro-níquel frequentemente vista após ataque químico leve. Devido ao choque leve” (NORTON, 2008: 275).

³²⁴ Taenita: liga de ferro-níquel pobre em níquel (Fe, Ni). Mineral encontrado em meteoritos.

³²⁵ Plessita: é uma mistura de grãos finos de camacita e taenita.

³²⁶ Schreibersita: fosfeto de ferro e níquel $((\text{Fe}, \text{Ni}, \text{Cr})_3\text{P})$. Mineral encontrado em meteoritos.

³²⁷ Rhabditas são pequenos cristais de schreibersita que ocorrem na camacita encontrada em sideritos.

2014: 3-4). Mas, nenhum se compara com o que ocorreu em 15 de fevereiro de 2013, a queda do meteorito em Chelyabinsk na Rússia.

O evento de Chelyabinsk gerou, de acordo com notícia da TV Anhanguera, uma “corrida do meteorito” na Rússia (G1, 2013). Graças aos estragos causados ao patrimônio e aos milhares de feridos, o evento meteorítico virou notícia em todo mundo, inclusive sendo capa de alguns dos principais jornais brasileiros. Duas notícias seriam publicadas no período, resgatando a história do Meteorito Campinorte: uma reportagem da *TV Anhanguera/G1* em 20 de fevereiro de 2013 e outra pelo *Correio Braziliense* em 03 de março de 2013.

Ao contrário de 2008, Eli Braz Oliveira aceitou dar uma entrevista mostrando o seu rosto pela primeira vez para a equipe de reportagem da *TV Anhanguera*, filiada da Rede Globo em Goiás, que foi exibida no programa matinal *Bom Dia Goiás*. Na reportagem, Eli Oliveira levou a equipe do jornal ao local onde foi encontrado o meteorito (Imagem 5). O “homem do meteorito” mostra o local encoberto de vegetação para os jornalistas, numa área coberta por densa vegetação e dominada por represas. Na ocasião, Eli Braz Oliveira afirma o interesse em “passar nos cobres” o meteorito Campinorte e de “viver uma vida melhor com a família” (Imagem 6).

IMAGEM 5 – FRAME DA REPORTAGEM DA TV ANHANGUERA EM 20/02/2013 MOSTRANDO A PAISAGEM ONDE O METEORITO CAMPINORTE FOI ACHADO



Fonte: G1, 2013.

IMAGEM 6 – FRAME DA REPORTAGEM DA TV ANHANGUERA EM 20/02/2013 SOBRE O METEORITO CAMPINORTE MOSTRANDO A ENTREVISTA REALIZADA COM ELI BRAZ OLIVEIRA



Fonte: G1, 2013.

Não se sabe se foram dias ou meses depois, mas ainda em 2013, Maria Elizabeth Zucolotto e André Moutinho³²⁸ visitaram Campinorte e fotografaram o meteorito Campinorte (Imagem 7 e 8) e revelaram o buraco onde foi encontrado. A fotografia do buraco, bem simétrica por sinal, parece sugerir uma possível cratera de impacto (Imagem 9). No entanto, uma outra hipótese possível pode ser a de que o buraco tenha sido criado pelos descobridores ao remover a pedra do local do achado. Porém, a simetria do local pode indicar uma origem de impacto. Esse local deveria ser preservado, pois possuiria algum valor histórico ou científico? Acreditamos que sim. O local deveria ser tombado e protegido, já que poderia ser facilmente destruído por máquinas de terraplanagem. Os anos se passaram e, de acordo com Castro (2021), em meio à pandemia de Covid-19, em março de 2020, José Braz Oliveira encontrou possivelmente um novo meteorito³²⁹ de aproximadamente 1 kg em uma fazenda

³²⁸ ANDRÉ MOUTINHO (28/10/1975): é um caçador, colecionador e *dealer* de meteoritos nascido em São José dos Campos, São Paulo em 1975. André Moutinho é um dos maiores colecionares de meteoritos do Brasil e um dos poucos comerciantes de meteoritos no país. O colecionador de meteoritos também é cofundador do BRAMON e da Sociedade Meteorítica Brasileira (SMB).

³²⁹ Não se sabe se esse meteorito encontrado por José Braz Oliveira em Uruaçu seja uma amostra do Meteorito Uruaçu ou de um novo meteorito.

localizada no município de Uruaçu (Imagem 10). A amostra da peça foi analisada pela pesquisadora Elisa Barbosa da Universidade Federal de Goiás (UFG).

IMAGEM 7 – MARIA ELIZABETH ZUCOLOTTO E O METEORITO CAMPINORTE EM 2013



Fonte: ADUFRJ, 2021.

IMAGEM 8 – METEORITO CAMPINORTE EM 2013



Fonte: UOL, 2021.

IMAGEM 9 – BURACO OU POSSÍVEL CRATERA DE IMPACTO EXISTENTE NO LOCAL DO ACHADO DO METEORITO CAMPINORTE EM 2013



Fonte: Cornejo & Bartorelli, 2020: p. 664. Cortesia André Moutinho.

IMAGEM 10 – JOSÉ BRAZ OLIVEIRA E A DESCOBERTA DE UM POSSÍVEL NOVO METEORITO EM 2020



Fonte: *Época*, 2021.

Ainda em 2020, talvez por meio da intermediação de Zucolotto, representante do Museu Nacional, os irmãos Braz Oliveira concordaram em vender o Meteorito Campinorte pelo preço mínimo de R\$ 350.000,00. O garimpeiro que localizou o meteorito e o seu irmão, o fazendeiro dono da fazenda onde encontrava-se a “pedra de ferro”, pensavam que iam ficar milionários com a venda do “pedregulho”, mas no final das contas, aceitaram vendê-lo por um valor bem abaixo de suas estimativas iniciais. O que pode ter impactado na decisão da venda? Três evidências sugerem que pode ter sido o incêndio do MNRJ, a pandemia do Covid-19 e a descoberta de um possível novo meteorito por José Braz Oliveira no município de Uruaçu. O risco de morrer pelos efeitos da pandemia pode ter influenciado na decisão dos irmãos Braz de vender o meteorito por um preço abaixo do desejado, mas de acordo com os valores do mercado.

Enquanto isso, a comunidade científica carioca se mobilizou em peso para adquirir o Meteorito Campinorte e garantir que ele ficasse no Brasil. O movimento colaborativo foi composto pela Fundação Coppetec, o Museu da Geodiversidade, a Casa da Ciência da UFRJ, o Museu Nacional, o Observatório do Valongo e o apoio da sociedade civil. Entre dezembro de 2020 e agosto de 2021 foram organizadas pela COPPETEC um financiamento coletivo, uma “vaquinha astronômica”, para adquirir os R\$400.000,00 para a compra e transporte do meteorito. A vaquinha só se tornou conhecida graças as notícias publicadas em 29/12/2020 pela *CNN Brasil*, em 05/01/2021 pela *Época* e em 08/01/2021 pela AdUFRJ. Houve também mobilização nas redes sociais para conseguir angariar o montante para a compra do meteorito (Imagem 11).

Em meados de 2021, a Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) doou o montante principal de R\$ 350.000,00 para a compra e para o transporte do Meteorito Campinorte da cidade de Campinorte para o Rio de Janeiro. Mas, ao contrário do que se imagina, o Meteorito Campinorte foi para o Museu da Geodiversidade e não para o Museu Nacional, que não possuía verbas para adquiri-lo, especialmente após o incêndio ocorrido em 2018. De qualquer forma, desde então a UFRJ possui os três maiores meteoritos intactos do Brasil: o Bendegó, o Santa Luzia e o Campinorte - “terceiro lugar do pódio” -, quase 9 t de

meteoritos, o que torna a instituição uma das maiores do mundo em tonelagem de meteoritos em suas coleções (FIORATTI, 2021).

IMAGEM 11 – PEÇA GRÁFICA DIVULGANDO A VENDA DO METEORITO CAMPINORTE



Fundo Coppetec para aquisição do Meteorito para a UFRJ

A peça rara ficará no Museu da Geodiversidade, do IGEO - CCMN

A meta é alcançar 400 mil para aquisição e transporte do meteorito, que está em Goiás. Todos os doadores receberão um certificado e seu nome inscrito na placa de exposição permanente.

The graphic poster has a purple background. On the left, there is a photograph of a large, reddish-brown meteorite being measured with a yellow tape measure. To the right of the image, the text reads:

Meteorito Campinorte
1.500kg e 76cm

FAÇA SUA DOAÇÃO
Fundação COPPETEC
CNPJ 72.060.999/0001-75
Banco do Brasil
Agência 2234-9
Conta 55.682-3
O recibo deve ser enviado para:
doadormeteorito@coppetec.ufrj.br

Fonte: ADUFRJ, 2021.

Por outro lado, não houve nenhuma iniciativa da comunidade local, do governo do Estado e de instituições científicas goianas para adquirir o meteorito e para que o objeto pudesse ter permanecido em território goiano. Não temos notícia de que as autoridades goianas tenham se mobilizado em favor da manutenção do Meteorito Campinorte em Goiás. Não há notícias publicadas em veículos noticiosos sobre alguma mobilização da comunidade científica local em defesa da permanência desse

patrimônio no Estado. Não encontramos nenhuma informação de que o governador Ronaldo Caiado tenha se interessado em manter essa descoberta em terras goianas. Não estamos sugerindo que este deveria ter sido um tema de prioritária atenção no contexto pandêmico, mas surpreende saber que sequer tenha se tornado um tema de discussão no âmbito da Secretaria de Ciência e Tecnologia. Se não fosse possível mantê-lo no norte goiano, instituições como o Museu Antropológico da UFG, em Goiânia, poderiam, parece-nos, receberem-lo em seu acervo. A FAPEG, muito provavelmente, poderia ter liderado esse processo e mesmo financiado essa aquisição. Mas, infelizmente, não foi isso o que aconteceu e os goianos acabaram por ficar privados desse importante patrimônio.

Uma hipótese para essa negligência, pode ter sido o próprio desconhecimento do reconhecimento do meteorito como um patrimônio, ao mesmo tempo que, os especialistas cariocas possuíam informações privilegiadas sobre a negociação envolvendo a compra do meteorito e preferência na própria compra. O fato é que o estado de Goiás possui nove grandes meteoritos, dois quais cinco podem ser qualificados como meteoritos gigantes, mas não possui nenhum destes meteoritos preservados em instituições de seu próprio território. Um caso parecido é o do meteorito Santa Luzia de Goyaz, que foi doado arbitrariamente pelo governador do estado Brasil Ramos Caiado ao Museu Nacional em 1928, e que ainda gera inúmeras controvérsias e pedidos de expatriação entre alguns moradores de Luziânia e políticos de Brasília. Outro fato histórico que pode alimentar essa controvérsia, foi o incêndio ocorrido no MNRJ em 02 de setembro de 2018, do qual o Santa Luzia conseguiu ser salvo da destruição, porém foi afetado pela conflagração.

Ao contrário das remoções históricas do Bendegó em 1887-1888 e do Santa Luzia em 1927-28 realizadas com auxílio de juntas de carros-de-boi, ferrovias e navios; ou das remoções desconhecidas dos meteoritos Itapuranga e Sanclerlândia, que provavelmente foram realizadas por automóveis ou caminhões, a remoção do Campinorte foi feita com auxílio de um caminhão-baú. A remoção só ficou conhecida após a sua efetivação, ao chegar no Rio de Janeiro na manhã de 12 de agosto de 2021, porém no dia anterior o jornal *O Dia* noticiou com exclusividade o transporte do meteorito até o Rio de Janeiro. De acordo com *O Dia* (2021), Fernando Peregrino, presidente da Coppetec, teria dito que “[o] nosso objetivo foi trazer um importante

patrimônio natural brasileiro que desejamos que continue em nosso país e seja um elemento para o avanço da educação em ciências” (O DIA, 2021).

No dia cabalístico de 12 de agosto de 2021, Dia de São Lourenço, mártir cristão associado às lágrimas de São Lourenço, como os cristãos denominam a maior chuva de meteoros do ano, as Perseidas, o Meteorito Campinorte chegou ao Rio de Janeiro. As imagens abaixo registram toda a pompa envolvida na chegada do Meteorito Campinorte ao Museu Nacional. O momento histórico, para a ciência brasileira, merece um registro historiográfico, afinal é um patrimônio nacional que está em foco. Como um “Rei Momo” na Sapucaí, o Meteorito Campinorte foi recebido, merecidamente, com toda pompa típica dos cariocas e fluminenses.

Entre os dias 12 e 13 de agosto de 2021, a remoção do meteorito gerou várias notícias que foram publicadas em vários jornais e revistas da imprensa como *SuperInteressante*, *Tilt UOL*, *Conexão UFRJ* e *Metrópoles*. As notícias, em tom ufanista, destacaram a importância do meteorito para a ciência, bem como todas as dificuldades encontradas pelos cientistas brasileiros na aquisição da peça. E também realçaram a contribuição de anônimos e instituições científicas para que o meteorito ficasse no país. Em momento algum, depreende-se da leitura dessa notícias, aventou-se a possibilidade de manter e abrigar esse patrimônio no território em que foi descoberto.

O Meteorito, “o novo xodó da UFRJ”, foi recebido por uma comitiva formada por vários cientistas, especialistas e autoridades brasileiros(as): Maria Elizabeth Zucolotto (astrônoma do Museu Nacional); Amanda Araújo Tosi (química do LABSONDA/IGEO); Diana Paula de Pinho Andrade (astroquímica do LaMEsp/UFRJ); Fernando Peregrino (Presidente da Fundação Coppetec); Kátia Mansur (Diretora do Museu da Geodiversidade); Ismar Carvalho (Casa da Ciência); Jerson Lima (Presidente da FAPERJ); Denise Pires de Carvalho (reitora da UFRJ); Cassia Turci (decana do CCMN/UFRJ); Edson Farias Melo (Diretor do Instituto de Geociências da UFRJ); e funcionários da UFRJ (Imagens 12 a 18). De acordo com Coutinho (2021), a reitora da UFRJ, Denise Pires de Carvalho “sentiu[-se] honrada por receber a rocha e relembrar que outra mulher, a Princesa Isabel, recebera no passado o meteorito Bendegó no Museu Nacional” (COUTINHO, 2021). Graças ao transporte cuidadoso da transportadora e do motorista do caminhão-baú, o meteorito gigante chegou intacto ao Rio de Janeiro sem um único arranhão.

IMAGEM 12 – REGISTRO FOTOGRÁFICO DA EXPECTATIVA DOS PESQUISADORES BRASILEIROS NA RECEPÇÃO DO METEORITO CAMPINORTE NO RIO DE JANEIRO



Fonte: Metrópoles, 2021.

IMAGEM 13 – CHEGADA DO CAMINHÃO-BAÚ COM O METEORITO CAMPINORTE AO RIO



Fonte: ADUFRJ, Facebook, 2021.³³⁰

³³⁰ Disponível em:
<https://web.facebook.com/adufrj/posts/pfbid02jabKFx7V4Mh3PtKrL2FkeFWZnMeUzjZAZZmP4pdwC7TT8iCextRytGXAd88Zz4qJl>. Acesso em: 26 out. 2023.

IMAGEM 14 – CHEGADA DO METEORITO CAMPINORTE AO RIO DE JANEIRO



Fonte: ADUFRJ, 2021.

IMAGEM 15 – METEORITO CAMPINORTE NO CAMINHÃO-BAÚ E A FAIXA COMEMORATIVA HOMENAGEANDO O OBJETO EM SUA CHEGADA AO RIO DE JANEIRO



Fonte: Conexão UFRJ, 2021.

IMAGEM 16 – CIENTISTAS BRASILEIROS NA UFRJ



Fonte: ADUFRJ. Facebook, 2021.³³¹

IMAGEM 17 – PESQUISADORAS BRASILEIRAS PROTAGONISTAS NA MUSEALIZAÇÃO DO METEORITO CAMPINORTE



Fonte: Juntos na Casa, Casa da Ciência, UFRJ, 2021

³³¹ Idem.

IMAGEM 18 – AS METEORÍTICAS AMANDA TOSI, DIANA ANDRADE E MARIA ELIZABETH ZUCOLOTTO E O METEORITO CAMPINORTE



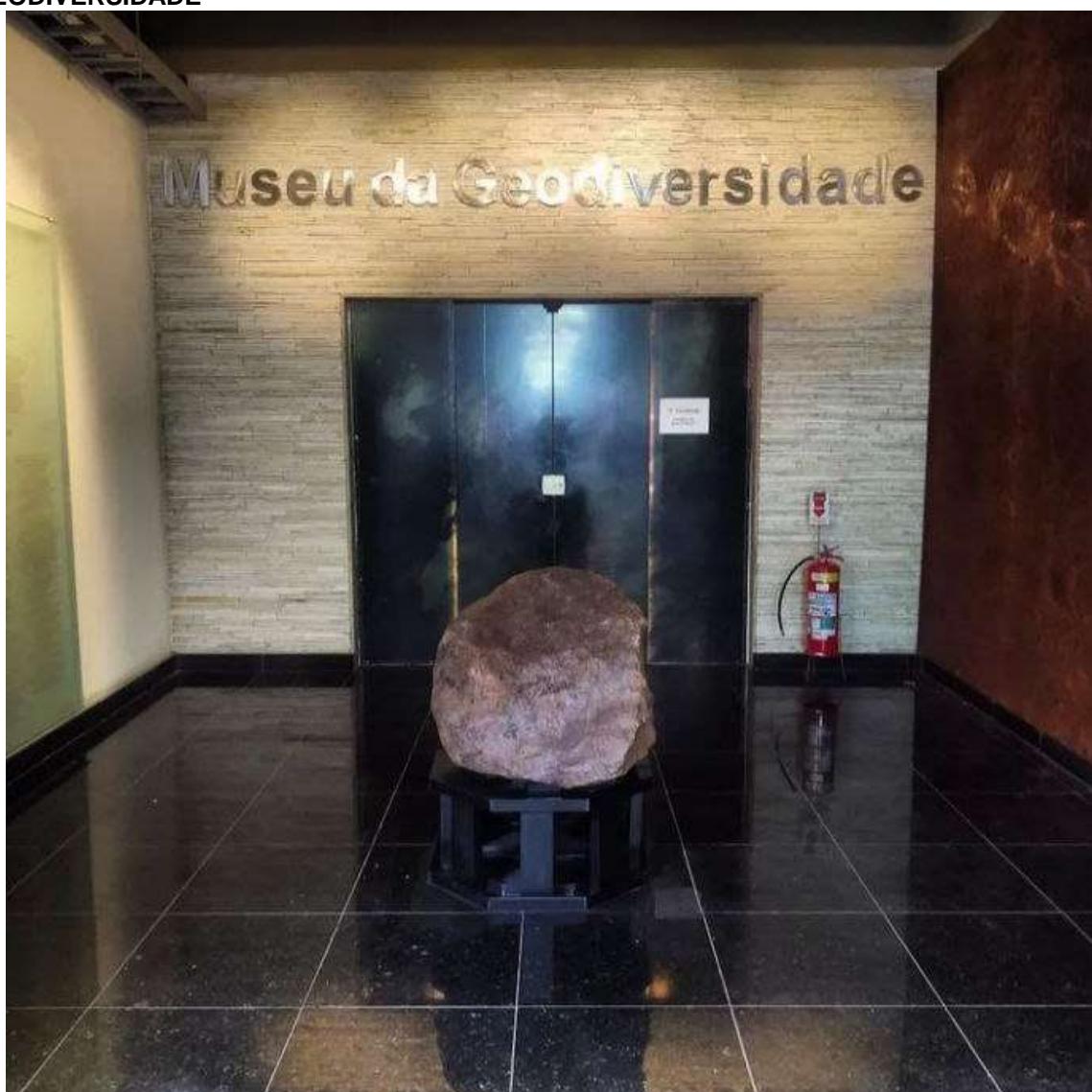
Fonte: Meteoríticas, *Facebook*, 2021.³³²

De certa forma, a história do Meteorito Campinorte possui um “final feliz”. Podemos afirmar que a grande vencedora de toda essa história mirabolante relacionada ao Meteorito Campinorte foi a Ciência brasileira. O custo-benefício de aquisição do Meteorito Campinorte foi muito inferior, ao que tudo indica, às cifras milionárias que a comercialização do Meteorito Uruaçu aparentemente rendeu aos seus descobridores.

³³² Disponível em: <<https://web.facebook.com/meteoriticas/posts/pfbid0Qo7WS88sEfPfkUQm1Bn9xrpVuyzToBcEB4RaprV7jcQBmPx5Pih86hNppVnyKcsAI>>. Acesso em: 25 out. 2023.

O meteorito foi monumentalizado e musealizado e atualmente está protegido. Meteoritos são rochas extraordinárias que precisam ser expostos e em destaque. O meteorito Campinorte atualmente encontra-se no *hall* de entrada do Museu da Geodiversidade, na UFRJ (Imagen 19). De acordo com Abreu (2021), citando Zucolotto, a partir de agora, “esse meteorito [que] é mais antigo que a Terra. Quando uma criança encostar nela, ela vai estar diante da coisa de mais longe e mais velha que alguém pode tocar. E isso é algo que mexe com a cabeça das crianças” (ZUCOLOTTO Apud ABREU, 2021).

IMAGEM 19 – METEORITO CAMPINORTE NO HALL DE ENTRADA DO MUSEU DA GEODIVERSIDADE



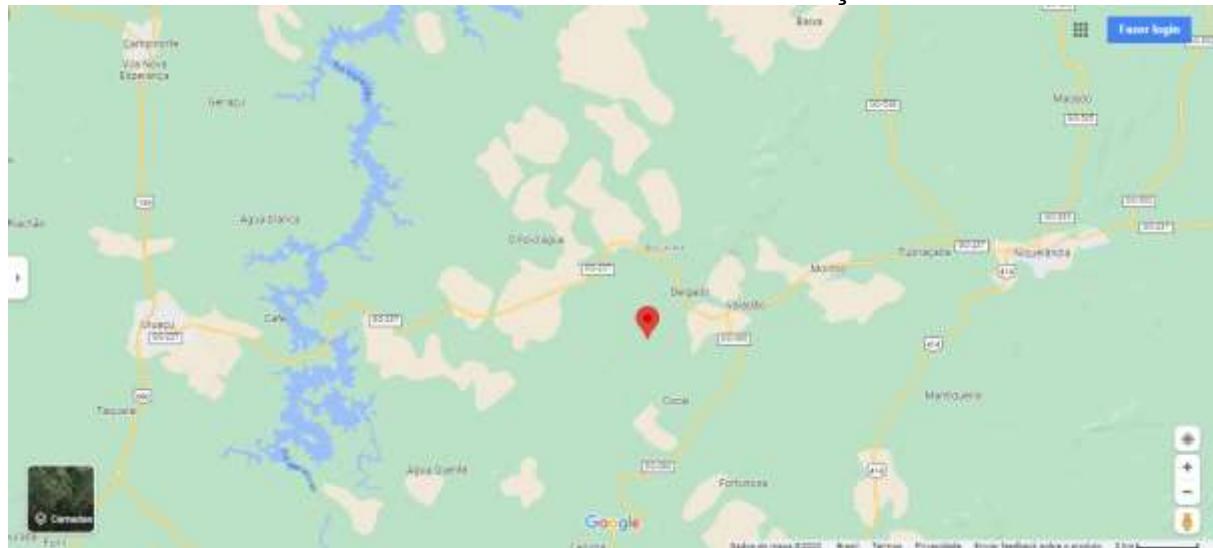
Fonte: Gabriel Barros, *Instagram*, 2023. Cortesia Gabriel Barros.³³³

³³³ Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/CrhHoagJ30t/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

4.2 A história do meteorito Uruaçu

A história do Meteorito Uruaçu ainda não está plenamente conhecida e esclarecida (Mapa 7 e 8). Ao contrário do Meteorito Campinorte, não existe notícia alguma na imprensa sobre o Uruaçu. Além das obras científicas, as fontes utilizadas na pesquisa referem-se à indícios e vestígios encontrados na *internet*, redes sociais e fontes alternativas, como o próprio meteorito comercializado na *internet* que forneceu uma fonte valiosa para a reconstrução da história parcial desse achado.

MAPA 7 – MAPA DO LOCAL DO ACHADO DO METEORITO URUACU



Fonte: Google Maps.

MAPA 8 – IMAGEM DE SATÉLITE DO LOCAL DO ACHADO DO METEORITO URUACU

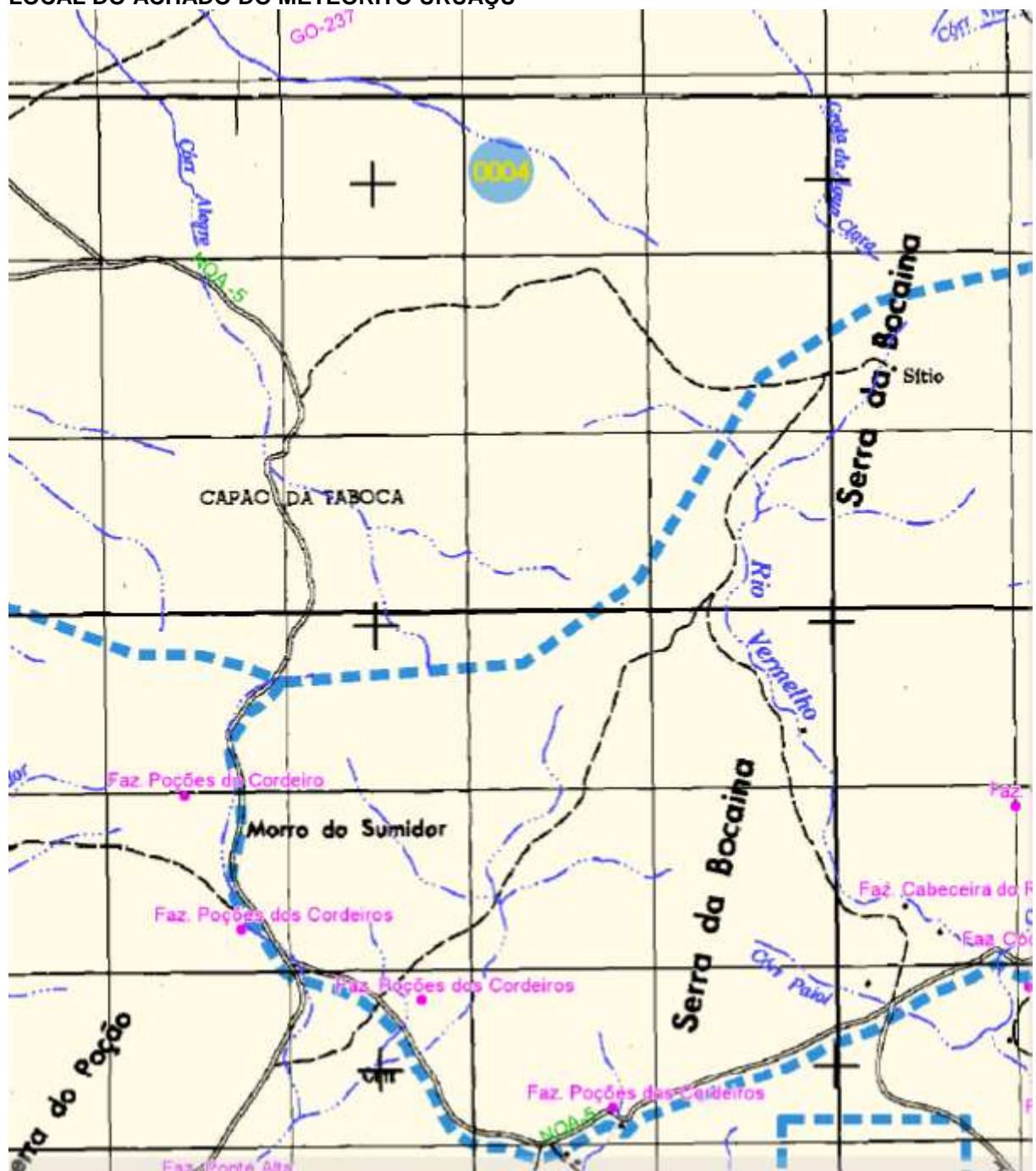


Fonte: Google Maps.

Apesar da denominação, o Meteorito Uruaçu foi encontrado no distrito de Tupiraçaba (antigo Traíras), município de Niquelândia, próximo de uma jazida de

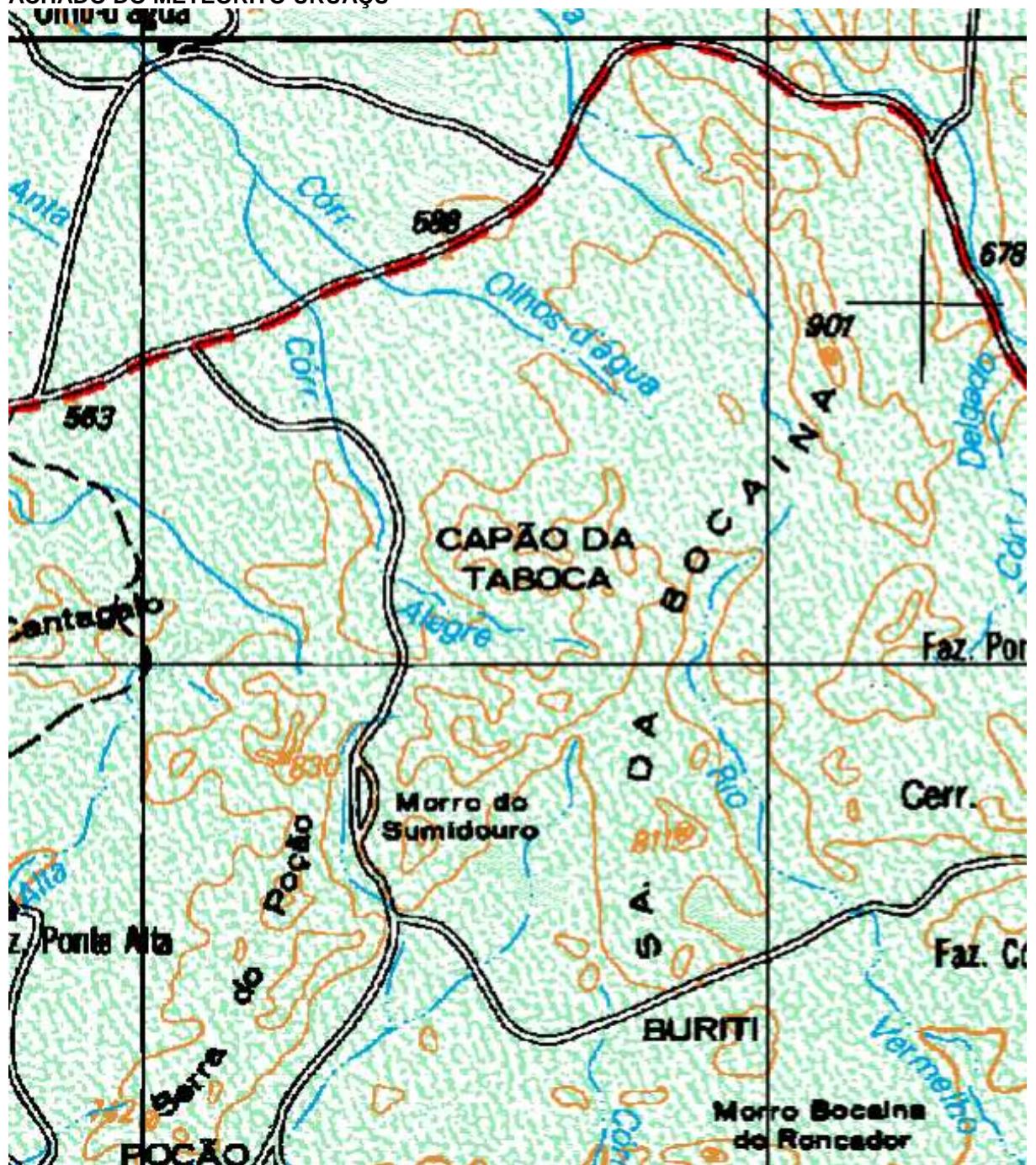
calcário e um logradouro comercial denominado de Calcário Uruaçu. Os mapas indicam que as amostras do meteorito foram recuperadas em uma área montanhosa, entre as Serra do Poção e a Serra da Bocaína, e região de vertente de vários rios e córregos que desaguam na margem direita do Rio Maranhão, como o Olhos-D'Água, o Acaba Saco e o Vermelho (Mapas 9 e 10).

MAPA 9 – DETALHE DO MAPA MUNICIPAL ESTATÍSTICO DE NIQUELÂNDIA QUE MOSTRA O LOCAL DO ACHADO DO METEORITO URUACU



Fonte: IBGE.

MAPA 10 – DETALHE DA CARTA TOPOGRÁFICA DE NIQUELÂNDIA QUE MOSTRA O LOCAL DO ACHADO DO METEORITO URUACU



Fonte: IBGE. Carta Topográfica de Urucu. Escala 1:250 000.

O surgimento das antigas povoações de Traíras, São José do Tocantins, Ouro Fino e Água Quente estão ligadas à atividade aurífera colonial no século XVIII. Naquele tempo, São José do Tocantins, futura Niquelândia, era apenas um arraial subordinado ao Thrayras (Traíras), uma das principais fontes de ouro goiano no período colonial. A mineração de ouro continuou no século XIX, chegando a povoação

de Água Quente a quase ser capital da província de Goiás no governo do presidente Lino de Moraes em 1830.

Próximo ao local do achado do Meteorito Uruaçu, séculos antes, também foi encontrada uma pedra extraordinária, o Torrão de Água Quente³³⁴, a maior pepita de ouro do mundo na sua época, achada no arraial de Água Quente, e que só recentemente passou a ser exposta publicamente. Um fato interessante sobre o Torrão de Água Quente (Imagem 20) é que os brasileiros e as brasileiras que quiserem apreciá-la em Portugal devem pagar uma taxa para isso. Figueiredo (2011) descreve a paisagem da região do achado dessa “pedra extraordinária” e a repercussão política que a sua posse gerou na época:

Um presente especial foi mandado a D. João V em março de 1734: uma pepita de 20 quilos encontrada em Goiás. (Sim, era o torrão que, 142 anos depois, D. Luís I, pentaneto de D. João V, encontraria por acaso nos cofres reais durante uma vistoria!). A pepita havia sido encontrada, menos de dois anos antes, num lugar de natureza fantástica. Chama-se Água Quente. A lavra ficava próxima a um lago profundo de água quente (daí o nome), salobra e levemente enxofrada. Próximo dali, havia uma cachoeira abismal, conhecida como Machadinho. O descobridor do torrão, um paulista de Parnaíba, de nome Amaro Leite Moreira, não pôde ficar com ele. Como apareceu um suposto dono do terreno a pleitear o direito sobre a pepita, o caso foi parar na incipiente Justiça goiana. Foi um processo rumoroso e, ao final, o veredito foi polêmico: o torrão – um dos maiores extraídos no Brasil no século XVIII – não ficaria com o homem que o encontrou nem com o suposto dono do terreno. Seria enviado de presente a D. João V. (FIGUEIREDO, 2011: 209).

O declínio da mineração de ouro fez com que os arraiais auríferos entrassem em ruínas. A decadência do Traíras fez com que em 1833 o município fosse extinto e rebaixado a distrito de São José do Tocantins que foi elevado à categoria de vila. No início do século XX foi descoberto no município de São José do Tocantins as maiores minas de níquel do planeta na época. Segundo Cornejo e Bartorelli (2020), a exploração de minérios, como cristal de rocha e malacacheta, atingiu seu ápice na Segunda Guerra Mundial (CORNEJO E BARTORELLI, 2020: 46-47), quando a cidade mudou seu nome para Niquelândia. Curiosamente, é uma das poucas cidades brasileiras que possui o nome de um elemento químico, justamente o elemento que é encontrado em meteoritos e utilizado na sua identificação. De fato, o níquel conecta o nome da cidade à sua riqueza mineral terrestre e também a essa rocha espacial.

³³⁴ O Torrão de Água Quente atualmente está em exibição no Museu do Tesouro Real, em Lisboa (Portugal), inaugurado em 2022.

IMAGEM 20 – TORRÃO DE ÁGUA QUENTE



Fonte: Museu Tesouro Real, Portugal.

Em 1992, um peão de nome desconhecido encontrou uma massa de ferro de aproximadamente 29 kg na propriedade de Wilson Rezende³³⁵. Outros três fragmentos foram encontrados por boiadeiros e por garimpeiros com o auxílio de detectores de metais na propriedade do Sr. Wilson Rezende entre os anos 1994 e 2000. Célio Rezende³³⁶ encontrou em 1994 um segundo fragmento de 25,2 kg e em

³³⁵ Existe uma duplicidade de dados associado ao ano da descoberta oficial do Meteorito Uruaçu, 1986 ou 1992, que podem conduzir ao erro de interpretação da história. Scorzelli et al. (2010) cita o achado em 1986 na p.35 e em 1992 na p.99 (SCORZELLI et al., 2010: 35; 99); e Cornejo e Bartorelli (2020) cita em 1986 (CORNEJO E BARTORELLI, 2020: 655). Será uma confusão gerada pelo fato do meteorito Uruaçu ter sido publicado oficialmente no *Meteoritical Bulletin* nº86? O certificado de autenticidade indica o ano 1992, portanto acreditamos que essa seja a data correta do achado.

³³⁶ Ao que tudo indica, Wilson Rezende é o pai de Célio Rezende. O nome do proprietário do Calcário Uruaçu era Célio José de Rezende, que de acordo com algumas testemunhas locais acreditavam que

1999 um terceiro fragmento de 300 g. No ano 2000, garimpeiros prospectando ouro encontraram uma quarta massa de 18 kg.

De acordo com Scorzelli et al. (2010), possivelmente entre 1992 e 2000, uma amostra foi enviada à Universidade Estadual do Arizona, com parecer negativo, devido à ausência de níquel e Padrão Widmanstätten, típico de meteoritos sideritos. Uma outra segunda amostra foi encaminhada para o comerciante de meteoritos Wilton P. Carvalho que a enviou para o Museu Nacional para uma segunda análise, no qual foi comprovada sua origem meteorítica (SCORZELLI et al., 2010: 99).

O estudo petrográfico foi realizado por Maria Elizabeth Zucolotto no Rio de Janeiro e a classificação química foi realizada por John T. Wasson no *Institute of Geophysics and Planetary Physics* na Universidade da Califórnia em Los Angeles (UCLA). Segundo Scorzelli et al. (2010), os estudos indicavam que o meteorito possuía Bandas de Neumann³³⁷, um indicativo de choque no espaço, que fez com que o meteoroide reaquecesse e perdesse o níquel em uma determinada fase da liga ferro-níquel (SCORZELLI et al., 2010: 99).. De acordo com o certificado de autenticidade do meteorito Uruaçu, o meteorito também apresentava uma pátina natural amarelada e foi classificada como um siderito IAB-MG³³⁸.

Em 2001, Zucolotto (2001) apresentou um painel na 27ª Reunião da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) que descrevia os estudos em andamento realizados nas amostras enviadas por Wilton P. Carvalho do possível novo meteorito:

A análise química por INAA (*instrumental-neutron-activation-analysis*) realizada pelo Dr Wasson da UCLA confirmou que o meteorito se enquadrava perfeitamente com o grupo químico IAB, no entanto trouxe novas dúvidas quanto à procedência, uma vez que apresentou a composição muito próxima

era o advogado e radialista Célio Rezende de Faria (1954-2021) que ficou conhecido após ser ferido no atentado ocorrido em 2016 junto com o vice-governador de Goiás José Eliton.

³³⁷ De acordo com Zucolotto et al. (2013), as Bandas de Neumann são estruturas cristalográficas típicas de meteoritos sideritos hexaedritos e indicativos de choques no espaço (ZUCOLOTTO et al. 2013: 53). Ao que parece, o meteorito Uruaçu é um meteorito siderito octaedrito e neste caso, forma a estrutura cristalográfica conhecida como Padrão de Thomson-Widmanstätten. No caso específico do meteorito Uruaçu, a primeira análise do meteorito não formou esse padrão cristalográfico, de acordo com Scorzelli et al. (2010) causado por um choque no espaço que causou reaquecimento no meteorito e ausência de níquel em uma determinada fase do meteorito (camacita ou taenita) (SCORZELLI et al., 2010: 99). Scorzelli et al. (2010) não detalham qual fase da liga ferro-níquel está ausente. Por sua vez, Neves e Atencio (2013) citam a ocorrência de ferro nativo no meteorito Uruaçu, que os autores defendem ser a camacita, ferro nativo rico em níquel (NEVES E ATENCIO, 2013: 69). Neves e Atencio (2013) também citam a ausência de taenita no meteorito Uruaçu (NEVES E ATENCIO, 2013: 71), sugerindo assim que o meteorito Uruaçu apresenta camacita, mas não apresenta taenita, e este mineral pode ter desaparecido devido a uma reação química que o transformou em outro mineral como a cohenita ou a schreibersita rica em ferro que são citados no *Meteoritical Bulletin* nº86 (RUSSEL et al., 2002: A177). .

³³⁸ MG significa *Main Group* ou Grupo Principal.

do meteorito argentino, *Campo Del Cielo*, amplamente comercializado. Numa viagem ao local do achado, verificou-se com os proprietários dos meteoritos, que quatro massas (29 Kg, 25,2 Kg, 18 Kg e 300 g) foram encontradas dispersas numa área cerca de 2 km². Um estudo comparativo entre o Uruaçu e o *Campo Del Cielo* está sendo realizado. Apesar do *Campo Del Cielo* apresentar uma das maiores elipses de dispersão de cerca 75 km, o Uruaçu foi encontrado a uma distância de cerca de 2000 km, o que torna uma queda pareada praticamente impossível. O transporte humano teria sido praticamente impossível, devido à distância e ao número de massas já encontradas. A possibilidade de fraude também foi eliminada devido à credibilidade das pessoas envolvidas. Célio Rezende, funcionário público, e seu pai um fazendeiro tradicional acima de qualquer suspeita. A grande afinidade química entre estes meteoritos se deve a um possível relacionamento genético no mesmo corpo parental (ZUCOLOTTO, 2001: 70).

Em 2002, o meteorito foi reconhecido como oficial e foi publicado no *Meteoritical Bulletin* nº 86 (Tabela 2).

TABELA 2 – FICHA DO METEORITO URUAÇU NO METEORITICAL BULLETIN Nº86

METEORITO URUAÇU			
Local	Uruaçu, Goiás, Brasil	Coordenadas Geográficas	14° 32' S, 48° 46' W
Ano	Encontrado em 1992	Tipo	Férreo (IAB)
Resumo	Quatro massas foram recuperadas: (1) 29 kg, (2) 25,2 kg, (3) 300 g e (4) 18 kg, na propriedade do Senhor Wilson Rezende. Massa (1) foi encontrada por um boiadeiro em 1992, massas (2) e (3) foram encontradas respectivamente em 1994 e 1999 por Célio Rezende, e massa (4) por garimpeiros em busca de ouro em 2000. Classificação (M. E. Zucolotto, MNRJ; J. Wasson, UCLA): cohenita ³³⁹ -schreibersita-rico em ferro. Composição por volume: Co = 0,46%, Ni = 6,43%, Ga = 89,6 ppm, As = 11,6 ppm, Ir = 3,36 ppm, Au = 1,46 ppm. Esta composição é indistinguível do <i>Campo del Cielo</i> . Espécimes: espécime-tipo, massa (2), MNRJ, Brasil; massa principal: Sr. Carvalho ³⁴⁰ , massa (1) e (4).		

FONTE: Russell et al., 2002: A177.

O meteorito foi batizado como “Uruaçu”³⁴¹, possivelmente devido ao logradouro comercial, o Calcário Uruaçu, no qual ele foi encontrado. Na verdade, desde então, Uruaçu virou sinônimo de meteoritos no Brasil. De fato, poucos lugares do Brasil possuem tantos meteoritos recuperados quanto essa região de Niquelândia³⁴², comparável à Ilha de São Francisco do Sul, em Santa Catarina, local do achado do

³³⁹ Cohenita: carbeto de ferro (Fe, Ni, Co)₃C. Mineral encontrado em meteoritos. A versão produzida pelos seres humanos é conhecida como cementita.

³⁴⁰ Refere-se a Wilton P. Carvalho, entusiasta e pesquisador dos meteoritos brasileiros.

³⁴¹ Outros meteoritos brasileiros com nomes que não correspondem aos municípios homônimos e podem causar confusão entre os meteoritos e os topônimos relacionados são: Bendegó, encontrado no Riacho do Bendegó, antigo município de Monte Santo e atual Uauá (BA); Santa Luzia de Goiás, que sofreu alteração toponímica para Luziânia; Veríssimo, encontrado no Rio Veríssimo (GO) no município de Ipameri; Santa Catarina ou Santa Catharina, encontrado na Ilha de São Francisco do Sul (SC) e município homônimo; Ipitinga, encontrado na Serra de Ipitinga, município de Almeirim (PA); Ibitira, encontrado em Martinho Campos (MG); e Patrimônio, encontrado em Conceição Aparecida (MG).

³⁴² O mesmo aconteceu com o meteorito goiano Sanclerlândia que foi encontrado no município de Anicuns.

Santa Catarina e do Morro do Rocio nos séculos XIX-XX; e ao *continuum* de Santa Luzia-Indianópolis no século XX.

Um outro fato notável sobre o Meteorito Uruaçu foi identificado pelo especialista norte-americano John T. Wasson³⁴³ (Imagem 21), que analisou a amostra e concluiu que ela era indistinguível do meteorito argentino *Campo del Cielo*. Wasson (2019) reconhece que o Meteorito Uruaçu é idêntico quimicamente ao Meteorito *Campo do Cielo*:

Em outros casos, os meteoritos formam um campo de dispersão e amostras são recuperadas na mesma área durante um período de anos. Tais cenários fornecem uma boa documentação de locais de recuperação. O meteorito Uruaçu foi descoberto no Brasil em 2002. Ele se enquadra em cinco dos seis campos de Campo (...) e está apenas marginalmente fora do campo no diagrama Co-Au. De acordo com o Boletim Meteorítico 86 (2002), quatro peças de Uruaçu (massas de 29, 25, 0,3 e 18 kg) foram encontrados em uma fazenda de gado perto de Uruaçu, Goiás, Brasil (aproximadamente 160 km a noroeste de Brasília). Entretanto, foi reconhecido que um grande chuveiro de meteoritos caiu nesse local; muitos dos quais estão sendo atualmente colocado à venda pela web. QUE 99001³⁴⁴ e Uruaçu são os únicos casos de recuperação bem documentada de novos meteoritos com composições Campo desde 1980 (WASSON, 2019: 286).³⁴⁵

Após o ano 2000, novas amostras do Meteorito Uruaçu continuaram sendo encontradas próximas da área da identificação dos quatro primeiros achados. Os sucessivos achados dos meteoritos em Uruaçu foram disponibilizados no mercado de meteoritos e comercializados em todo o mundo. Ao que tudo indica, Célio Rezende obteve consultoria de caçadores de meteoritos e *dealers*. O achado de inúmeros fragmentos do Meteorito Uruaçu tornou-o talvez o meteorito brasileiro mais

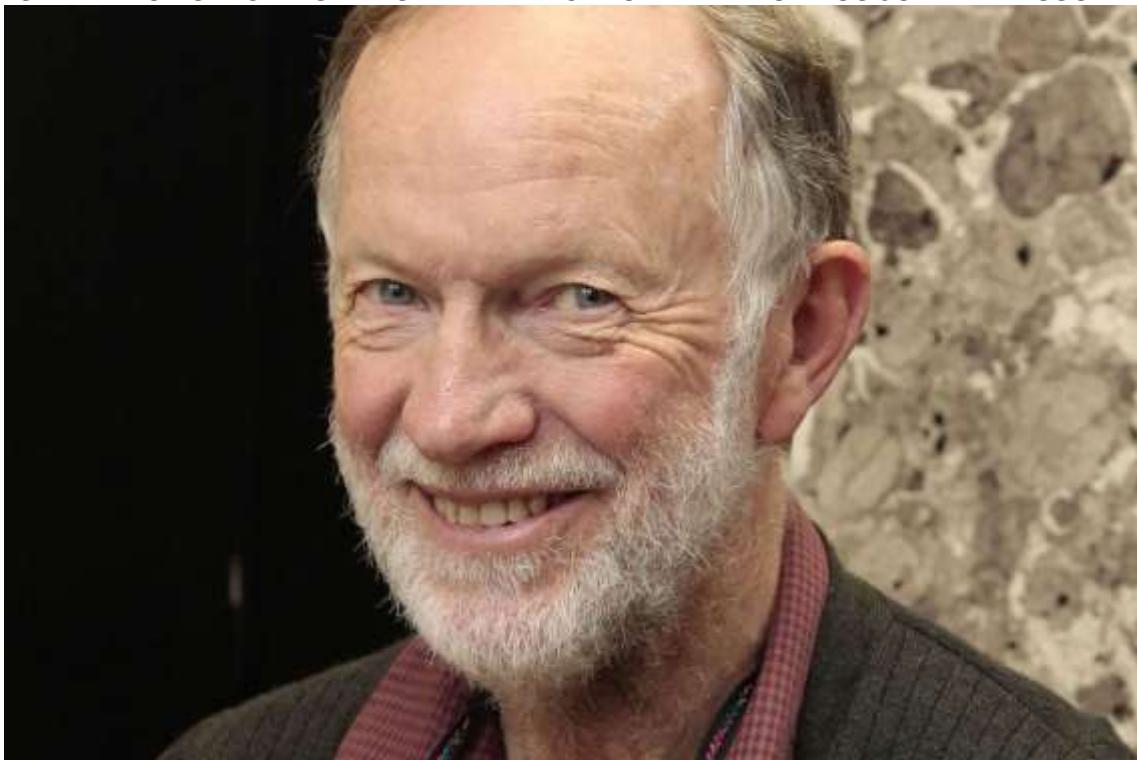
³⁴³ JOHN T. WASSON (04/07/1934 – 08/09/2020): foi um químico e meteoritista norte-americano nascido em Springtown, Arkansas em 1934 e falecido em Los Angeles, Califórnia em 2020. Suas origens como ordenheiro de vacas no Arkansas não impediram que se tornasse um dos maiores especialistas em meteoritos no mundo, e em especial dos meteoritos brasileiros. O cientista ajudou a identificar, classificar e a levantar inúmeras hipóteses sobre os meteoritos brasileiros, os relacionando com outros meteoritos no mundo. O cientista foi o responsável por reconectar os meteoritos ao cosmos, identificando, através de métodos sofisticados, as relações entre eles, como o Meteorito Uruaçu e o Meteorito *Campo del Cielo*.

³⁴⁴ O Meteorito Queen Alexandra Range 99001 ou QUE 99001 foi encontrado pelo ANSMET na Antártida em 1999.

³⁴⁵ In other cases, meteorites form a strewn field and specimens are recovered in the same area over a period of years. Such scenarios provide good documentation of recovery locations. The meteorite Uruacu was discovered in Brazil in 2002. It falls in five of the six Campo fields (...) and is only marginally outside the field on the Co-Au diagram. According to the *Meteoritical Bulletin* 86 (2002), four pieces of Uruacu (masses of 29, 25, 0.3, and 18 kg) were found on a cattle ranch near Uruacu, Goias, Brazil (approximately 160 km NW of Brasilia). In the meantime it has been recognized that a large shower of meteorites fell at this site; many are currently being offered for sale via the web. QUE 99001 and Uruacu are the only cases of documented recovery of new meteorites with Campo compositions since 1980 (WASSON, 2019: 286).

comercializado do país, pois a venda de meteoritos não é proibida, já que é necessário apenas uma autorização do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) para vender as peças. Desde então, amostras do meteorito são vendidas com certificado de autenticidade emitido por Célio Rezende, que é cadastrado no *International Meteorite Collectors Association* (IMCA)³⁴⁶.

IMAGEM 21 – O ESPECIALISTA NORTE-AMERICANO EM METEORITOS JOHN T. WASSON



Fonte: UCLA, 2020.

Entre 2000 e 2004, uma quinta massa foi recuperada pesando 52 kg. A existência dessa massa tornou-se pública em uma comunicação sobre meteoritos brasileiros apresentados nos EUA por Maria Elizabeth Zucolotto e L. L. Antonello, que coloca o meteorito Uruaçu como uma propriedade privada e a disposição para a venda (Imagem 22 e 23). Na mesma publicação há uma fotografia de M. E. Zucolotto e Wilton P. Carvalho caçando meteoritos com auxílio de detectores de metais em “Uruaçu”, possivelmente entre 2000 e 2004. A imagem sugere que o local é uma área montanhosa e que na ocasião teria sido alvo de uma queimada, prática antrópica comum que ocorre nos meses de seca na região (Imagem 24).

³⁴⁶ De acordo com o site do IMCA, Célio Rezende estava cadastrado como *dealer* de meteoritos no IMCA até 2022. Atualmente seu nome não aparece mais entre os brasileiros que são *dealers* de meteoritos.

IMAGEM 22 – COMUNICAÇÃO SOBRE METEORITOS BRASILEIROS

BRAZILIAN METEORITES

M. E. Zucolotto & L. L. Antonello.

Museu Nacional/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, zucolotto@acd.ufrj.br



Brazilian Meteorites

Nº	Name	UF	Date
1	Angra dos Reis	RJ	1969
2	Angra dos Reis II	RJ	1971
3	Barreiros	SP	1972
4	Balneario	MA	1974
5	Barreiros	MG	1974
6	Bendegó	BA	1978-9
7	Bonançao	SC	?
8	Bonito	MG	1961
9	Bonito	MG	1982
10	Campos Sales	CE	1991
11	Cachorro do Alemão	RJ	1947
12	Conquista	MG	1965
13	Coutinho	CE	1969
14	D. J. Valadares	MG	1982
15	D. J. Valadares	MG	1987
16	Iguape	PR	1977
17	Indaiá-Jequié	MG	1968
18	Ipatinga	PR	1972
19	Ipatinga	PR	1989
20	Itapetininga/Mirim	MA	1979
21	Itapetininga	MG	1977
22	Itatiba	MG	?
23	Itatiba	MG	1986
24	Itatiba	SC	1961
25	Itatiba II	MG	1982
26	Itatiba	SP	1971
27	Itaúna/Belo	MG	1988
28	Itaúna do Rio Doce	MG	<1928
29	Itaúna/Petrópolis	MG	1987
30	Panambi	MG	1964
31	Pato de Minas	MG	1994
32	Panambi	CE	1964
33	Panambi	MT	1986
34	Panambi/Minaçu	MG	1922
35	Panambi/Minaçu	MG	?
36	Pedra Branca	MG	1980
37	Pedra Branca do Itapé	MG	1922
38	Pinga	MG	1950
39	Quixabeira	SC	1982
40	Quixabeira	SC	1983
41	Mo. Negro	PR	1984
42	Mo. do Pires	BA	?
43	Santos Dumont	MG	1971
44	Santa Barbara	SC	1972
45	Santa Catarina	SC	1973
46	Santa Lucia	GO	1928
47	S.J. e Rio Preto	SP	1962
48	S.J. do Rio Preto	SP	1962
49	Santo Antônio	PR	1923
50	Santo Antônio	MG	1938
51	Sorocaba	SP	1982
52	Sousa	MG	1982
53	Urucu	GO	1965

Private collectors

Dr. Hardy Grunewaldt
Mr. Wilson de Carvalho
Dr. Carlos José Vieira

Private Possessions

Balanço -
Blumenau -
Ibitirá - sold
Indianópolis - sold?
Maria da Fé -
N. Nova Petrópolis -
Pato de Minas II ?
Quijingue - sold
Ribeiro das Flores -
Uruçu - for sale
Veríssimo -

Disappeared from Universities and Public Institutions or private
Conquistador (main mass) - with dealers
Soledade (?) - with dealers

Paranába (one mass) - with dealers
Paranába (one mass) - disappeared
Iguaracy (one mass) - disappeared

Although only 54 meteorites have been recovered in Brazil, it is awarded with very rare and singular meteorites, as Angra dos Reis, RJ. (Angrite), Ibitirá, MG. (Vesicular Eucrite), Governador Valadares, MG. (Nakhite), Santa Catarina (Ni richest ataxite), São João Nepomuceno (IVA stony-iron) and Bocaiuva, MG (silicate rich iron) which performs more than 10% of the Brazilian meteorites.



In spite of many talks been performed in special to amateur astronomers groups and Universities, the lack of the knowledge by the great population induces to its barely contribution with few new meteorites recovery. Therefore, a country with such continental dimension as Brazil, only has 54 registers, with the Minas Gerais State (MG) detecting about a third of them, due to the middle population interest in ore discovery.

Paired or not?

Angra dos Reis - Pirapora
Barreiros - Barreiros
Cacilândia - Paranaíba
Indianópolis - Santa Luzia
Cachorro (1931) - Pará de Minas

Conquistador 1962 - Ibitirá
Urucu 1965 - Ibitirá
Conquistador 1965 - Ibitirá
Conquistador 1970 - Ibitirá

Above: The Cachorro (1931) & its Geological surroundings. Left: Conquistador (1965) from Conquistador (1965) classified as OII chondrite. At the time of fall it was still in the Cachorro meteorite field.

With retired curators
Bocaiuva
S. José do Rio Preto
Avanhandava?

Without Information
Angra dos Reis iron
Cacilândia
Panambi
Piedade do Itapé

Visits to fall/finds localities



Patrimônio
The Village of
Morro Cavado
(Patrimônio). The
place where one
fragment fell.

Urucu



Pato de Minas II

New find as primary
provenance for sale.
Although, since
decades, of being
considered Conquistador
City, new masses
are being found
there. Total 5
masses. The older
mass has 32
kg found last week
and will be auctioned
at the next Congress
held there in October.

Paranaíba

Exhibition of the
date and time of the 4-5
with many pictures of
the locality of diverse
localities.



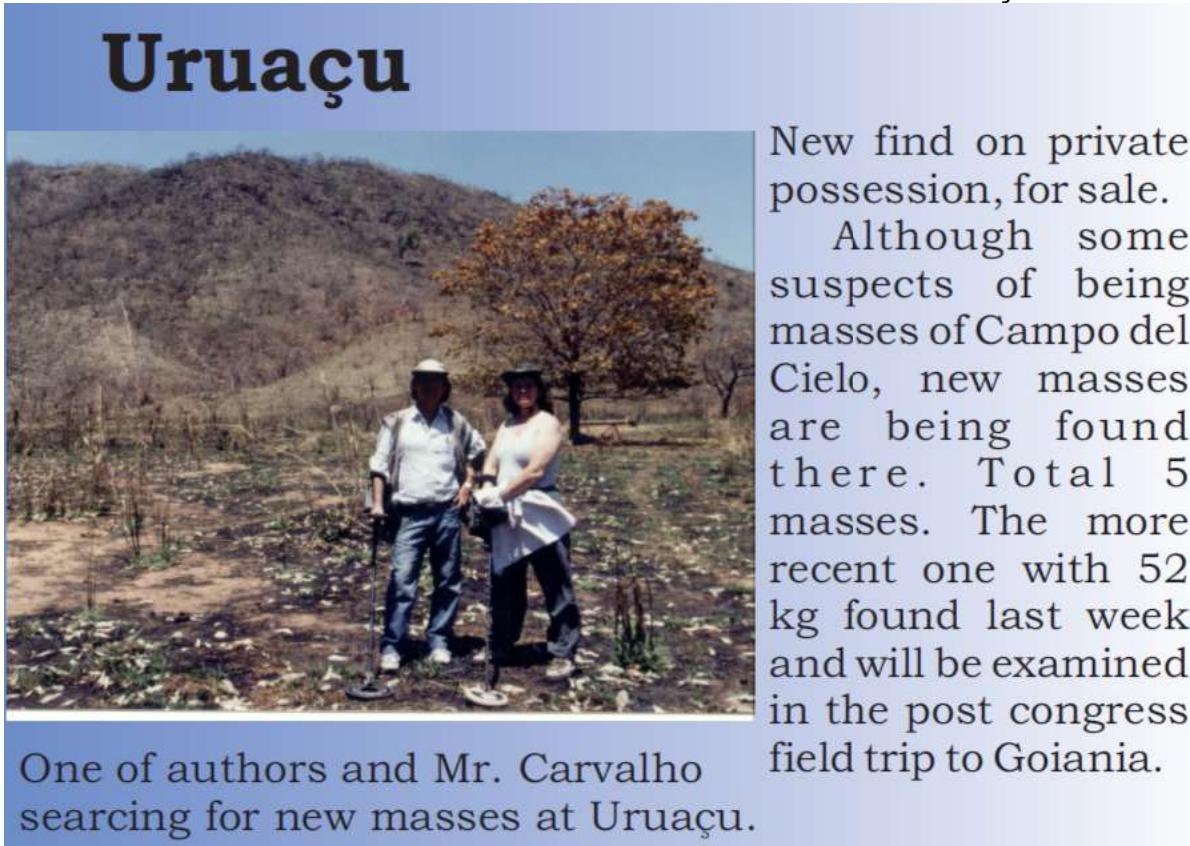
A new mass of about 30 kg
was found near Pato de
Minas. Its date and time
of finding are unknown.

Unfortunately our
research program has
no financial support
anyway for a chemical
analysis.

References:
[1] Buchwald, T. H. (1978).
Handbook of Iron
Meteorites. D. Gordon, C.R.
& Kast, R. (1988). Brasileira
Meteorites. Unicamp.

Fonte: Zucolotto & Antonello (2004).

IMAGEM 23 – DETALHE DA COMUNICAÇÃO SOBRE METEORITOS BRASILEIROS DESTACANDO O ENCONTRO DE UMA QUINTA MASSA DO METEORITO URUAÇU



Fonte: Zucolotto & Antonello (2004).

IMAGEM 24 – WILTON P. CARVALHO E MARIA ELIZABETH ZUCOLOTTO NO CAMPO DE DISPERSÃO EM NIQUELÂNDIA PESQUISANDO NOVAS AMOSTRAS DO METEORITO URUAÇU



Fonte: Zucolotto & Antonello (2004).

Entre 2004 e 2009 foi encontrada enterrada no solo a massa principal do Meteorito Uruaçu, pesando cerca de 400 kg. Para a localização dessa massa, tudo indica que Célio Rezende contou com o auxílio de caçadores de meteoritos, como Svend Buhl (Imagen 25 e 26)³⁴⁷ e José Maria Monzon (Imagen 27).

Como o meteorito é comercializado livremente na *internet*, foi possível adquirir uma amostra de 448,81 g³⁴⁸ que se mostrou ser um importante documento histórico para a compreensão da história do meteorito Uruaçu, pois possuía o certificado de autenticidade (Imagen 28). A emissão do certificado de autenticidade não garante que o meteorito seja autêntico de fato, mas garante a boa fé na transação do negócio, e na confiança do vendedor ao fornecer um produto certificado pela IMCA. A assinatura do certificado data de 25 de janeiro de 2009.

De qualquer forma, o certificado de autenticidade acaba com qualquer dúvida de que a primeira massa do meteorito tenha sido encontrada em 1986. Como o próprio descobridor iria desqualificar seus achados?

IMAGEM 25 – MASSA PRINCIPAL DO METEORITO URUAÇU



Fonte: Svend Buhl, *Encylopedia of Meteorites*, 2022.

³⁴⁷ As imagens da massa principal do Meteorito Uruaçu eram desconhecidas até meados de outubro de 2022 quando foram postadas por Svend Buhl na *Encyclopedia of Meteorites*, e são uma das poucas fotografias oficiais do Meteorito Uruaçu reconhecidas como autênticas pelo *Meteoritical Bulletin Database*.

³⁴⁸ A amostra do meteorito foi comercializada como Meteorito Uruaçu nº37, parecendo sugerir que foi a trigésima sétima amostra do meteorito encontrada e comercializada.

IMAGEM 26 – DETALHE DA MASSA PRINCIPAL DO METEORITO URUACU



Fonte: Svend Buhl, *Encyclopedia of Meteorites*, 2022.

IMAGEM 27 – O CAÇADOR DE METEORITOS JOSE MARIA MONZON ESCAVA UM METEORITO EM URUACU, GOIÁS



Fonte: Ciéncia Hoje das Crianças, [s.d.].³⁴⁹

³⁴⁹ Esta última imagem não parece sugerir que houve escavação na área do achado da massa principal do meteorito. No entanto, pode ser que o local tenha sido limpo antes da fotografia ser tirada. A notícia também não possui data.

IMAGEM 28 – CERTIFICADO DE AUTENTICIDADE DO METEORITO URUACU OBTIDO A PARTIR DE UMA AMOSTRA COMERCIALIZADA NA INTERNET



Fonte: O Autor, 2022.³⁵⁰

Assim, é possível afirmar, que a fragmentação do meteorito Uruacu rendeu até 2009 uma quantidade de material recuperado de cerca de 869 kg, o que o torna o 5º maior meteorito em massas recuperadas no Brasil, após o Santa Catarina, o Bendegó, o Campinorte e o Santa Luzia, e o sexto maior em relação ao tamanho da massa principal, incluindo nesse caso o Itapuranga. A Tabela 3 traz uma síntese das massas recuperadas do Meteorito Uruacu, o ano de sua descoberta e a sua localização atual:

TABELA 3 – MASSAS RECUPERADAS DO METEORITO URUACU

NÚMERO DA MASSA RECUPERADA	MASSA (EM G)	ANO DA DESCOBERTA	LOCALIZAÇÃO ATUAL	FONTE
1	28 kg ou 29 kg	1992	Wilton P. Carvalho e Museu Geológico da Bahia ³⁵¹	<i>Meteoritical Bulletin</i> Nº86; Cornejo e Bartorelli (2020).

³⁵⁰ O termo MAPS 37 indica o nome da publicação do Meteorito Uruacu na revista *Meteoritical and Planetary Science* nº 37, p. A157-A184, 2002; ou seja, o *Meteoritical Bulletin* nº86.

³⁵¹ Na obra de Cornejo e Bartorelli (2020) existe uma imagem dessa amostra do Meteorito Uruacu (CORNEJO e BARTORELLI, 2020: 655).

2	25,2 kg	1994	Museu Nacional ³⁵²	<i>Meteoritical Bulletin</i> Nº86.
3	300 g	1999	Célio Rezende?	<i>Meteoritical Bulletin</i> Nº86.
4	18 kg	2000	Wilton P. Carvalho ou Museu Geológico da Bahia? ³⁵³	<i>Meteoritical Bulletin</i> Nº86.
5	52 kg	~2000-2004	Desconhecido	Zucolotto e Antonello (2021).
MASSA PRINCIPAL	~400 kg	~2004-2009	Desconhecido	<i>Meteoritical Bulletin Database; Encyclopedia of Meteorites; Ciência Hoje das Crianças.</i>
OUTRAS MASSAS ³⁵⁴	~344 kg?	~2004-2009	Museus e colecionadores particulares de todo o mundo. Sites de venda.	Inúmeros sites e redes sociais.
TOTAL	~869 kg	1992-2009		

Fonte: O Autor. A partir de confrontação das seguintes fontes: *Meteoritical Bulletin* Nº86; Scorzelli et al. (2010); Zucolotto e Antonello (2004); Certificado de Autenticidade de Amostra do Meteorito Uruaçu datada de 2009; Cornejo e Bartorelli (2020).

A fragmentação do Meteorito Uruaçu, ao colidir com a Terra, gerou também possivelmente um dos maiores campos de dispersão³⁵⁵ de meteoritos do Brasil. Mesmo se não foi o maior em extensão, foi o que gerou o maior número de fragmentos. A tabela indica que é possível documentar o campo de dispersão do Meteorito Uruaçu a partir dos locais dos achados. O desafio está em utilizar a memória dos descobridores para detalhar cada um dos achados e assim estimar por GPS o campo de dispersão, o sentido da queda e, claro, a recuperação de outras possíveis amostras. Assim, seria possível criar um mapa do campo de dispersão, ilustrando a elipse de dispersão e quem sabe encontrar futuros meteoritos. O que não se sabe é se isso já não foi feito pelo descobridor.

Ao que tudo indica, o Meteorito Uruaçu é o meteorito brasileiro com maior número de amostras entre museus e colecionadores particulares. Porém, as

³⁵² Os dados do *Meteoritical Bulletin* nº86 parecem indicar que essa grande massa do Uruaçu esteja no Museu Nacional, mas notícias na internet indicam que o MNRJ possui apenas uma amostra desse meteorito. Inclusive, em 2002, ano que o MetBull 86 foi publicado, acreditava-se que as massas principais do Uruaçu eram a massa 1 e massa 4, as maiores encontradas até então, e que estão atualmente na Bahia, na coleção pessoal de Wilton P. Carvalho e a outra no Museu Geológico da Bahia.

³⁵³ De acordo com Gonçalves (2009), a coleção ou parte da coleção pessoal de meteoritos do colecionador baiano estão em exibição no Museu Geológico da Bahia. Na página do Museu Geológico da Bahia no Facebook existe uma fotografia desse meteorito.

³⁵⁴ Na rede social Facebook foram encontradas três postagens em páginas de vendas e de colecionadores privados de grandes massas do meteorito Uruaçu: 40,5 kg em 2014; 55 kg em 2016 e 230 kg em 2021. Como se desconhece se esses meteoritos são autênticos, resolvemos omiti-los dos dados.

³⁵⁵ Um campo de dispersão de um meteorito geralmente possui entre 10 a 20 km de extensão em linha reta e 2 km de largura, 1 km de cada lado da reta, formando uma elipse de dispersão.

fotografias de várias amostras de alguns meteoritos denominados Uruaçu parecem ser de outros meteoritos, como fotografias de possíveis amostras do meteorito Uruaçu com crosta de fusão escura. Os dados do certificado de autenticidade indicam que o meteorito Uruaçu tem, em algumas amostras, uma pátina natural amarelada, que está de acordo com as imagens da massa principal. Por meio de uma perícia visual acurada das imagens do meteorito Uruaçu, pode-se sugerir que o nome do meteorito seja utilizado para venda de outros meteoritos, ou que se foram encontrados no mesmo local, possam ser meteoritos distintos. Em todo caso, essas duas hipóteses são quase impossíveis de serem verificadas.

Ao refletirmos sobre a micro-história do meteorito Uruaçu é possível chegarmos a uma indagação. O meteorito não repercutiu na mídia, como observamos no caso do Campinorte. Isso significa que a história do meteorito Uruaçu parece ser uma história privada. Será que os seus descobridores teriam interesse em torná-la pública?

Outro problema que podemos elencar é a disputa de cidades pelo nome dos meteoritos ou reivindicação de sua história; existe precedente similar? No Brasil Uruaçu - Niquelândia, Sanclerlândia - Anicuns e Varre-Sai - Guaçuí são algumas cidades em que foram encontrados meteoritos, mas que receberam nomes de municípios vizinhos. De qualquer forma, até agora, não parece haver precedente histórico e que nenhum meteorito no mundo tenha gerado tal disputa.

Outra questão importante é refletir sobre qual o impacto desse meteorito para a história do município de Niquelândia. Ao que tudo indica, nenhum. A cidade, que já viveu o ciclo do ouro e o ciclo do níquel, parece estar fadada a “febre do ouro” passageira e a sua ilusão de riqueza fácil. Nesse caso, a reflexão histórica poderia auxiliar na mudança desse cenário, auxiliando no resgate desse passado.

4.3 O Campo do Céu Brasileiro

Na época de suas descobertas, a primeira constatação entre os meteoriticistas brasileiros foi levantar a suspeita de que os meteoritos Campinorte e Uruaçu pudessesem estar relacionados, devido à relativa proximidade entre os locais dos achados dos meteoritos, em linha reta, 51,93 km de distância. No entanto as análises laboratoriais mostraram que são meteoritos sideritos de tipos diferentes.

Os estudos de John T. Wasson realizados com amostras do Meteorito Uruaçu identificaram a sua semelhança com o Meteorito *Campo del Cielo*, na Argentina, e que

tornam essa área, dada a sua relativa proporção, o “Campo do Céu” brasileiro localizado em Goiás. Um provável terceiro meteorito, descoberto por Eli Braz Oliveira em 2020, pode eventualmente aumentar esse número. O fato é que a região possui quase três toneladas de material meteorítico coletado, o que torna o segundo ou terceiro local no Brasil com maior quantidade de meteoritos encontrados no país, especialmente na virada do século XX-XXI.

Após a certificação, os meteoritos foram alvo de comercialização e remoção dos seus locais originais, porém seguiram caminhos diferentes. A massa principal do Meteorito Campinorte foi vendida praticamente intacta e trouxe benefício para a ciência brasileira, ao ser adquirido pelo Museu da Geodiversidade da Universidade Federal do Rio de Janeiro. A massa principal do Meteorito Uruaçu possui localização e destinos desconhecidos, o que pode sugerir que ainda esteja no nosso país. Porém, graças à fragmentação do Meteorito Uruaçu, foi possível comercializar essas massas a granel e a bons preços, dando a entender que foi um bom negócio para o proprietário, talvez melhor do que a venda do Meteorito Campinorte pelos irmãos Braz Oliveira. Ao mesmo tempo, as comercializações de amostras do Uruaçu, pela acessibilidade, beneficiaram os colecionadores e os museus de todo país e do mundo, e a ciência³⁵⁶.

Em relação aos locais dos achados dos meteoritos, enquanto o Meteorito Campinorte deixou um “buraco” que pode indicar se tratar de uma pequena e frágil cratera de impacto, que pode ser destruída a qualquer momento por um trator, o Meteorito Uruaçu deixou, sem nenhuma dúvida, um campo de dispersão, um dos maiores e prolíficos do país, que pode ter sido alvo de estudos pelo descobridor e proprietário do meteorito, já que amostras do Uruaçu estão no mercado desde 1992.

Meteoriticistas e caçadores de meteoritos sabem que os melhores locais para encontrar meteoritos são os sítios próximos em que foram encontrados algum meteorito já conhecido pela ciência. A reta demarcada no mapa como “Campo do Céu” poderia ser uma intersecção entre os campos de dispersão dos dois meteoritos e uma área favorável para recuperação de outras amostras de meteoritos, porém não

³⁵⁶ Os sites *Encyclopedia of Meteorites* e *Meteoritical Bulletin Database* possuem uma lista com dezenas de colecionadores e museus de todo o mundo que possuem amostras do meteorito Uruaçu. Entre as instituições que possuem amostras do meteorito Uruaçu são o Museu Nacional (RJ), o Museu da Geodiversidade (RJ), o Instituto de Geociências da Unicamp (SP), Museu da Ciência Prof. Mário Tolentino de São Carlos (SP), Museu de Ciências Naturais e Centro Cultural Joias da Natureza de São Vicente (SP), o Museu Geológico da Bahia (BA), o Museu de Geociências da UFG (GO), o Museu Itinerante de Ciência Natural, a *Meteorite Collection* da UCLA (EUA), etc.

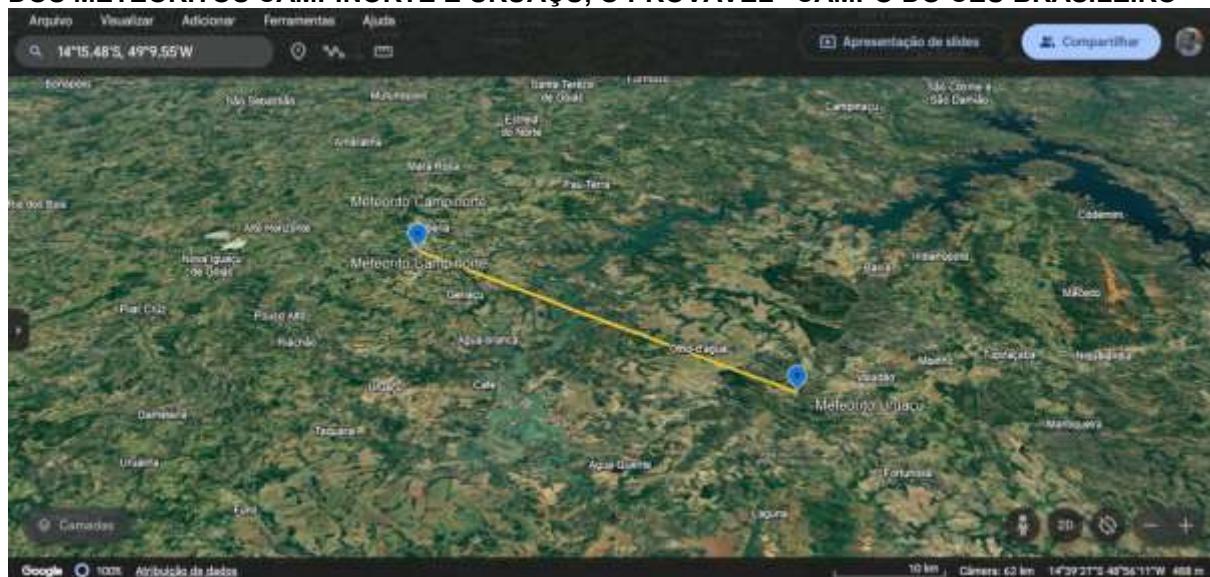
se sabe nada sobre o sentido da queda dos meteoros e as elipses de dispersão dos meteoritos Campinorte e Urucuá. Porém, o Rio Maranhão e a área inundada do Lago de Serra da Mesa estão no meio do caminho entre os dois achados. Uma área possível de encontrar meteoritos? (Mapa 11). Ao contrário do que se pensa, o maior caçador de meteoritos de todos os tempos, Harvey N. Nininger, era extremamente otimista, e sortudo, em descobrir meteoritos. Segundo Norton (1998), alguns estudos indicam estimativas bem elevadas sobre a probabilidade de se encontrar um meteorito, ou seja, é possível recuperar 1 meteorito por 10.000 milhas², ou aproximadamente 26 km² por ano (NORTON, 1998: 307).³⁵⁷

Os meteoritos, especialmente os massivos como os sideritos, caem na Terra na posição diagonal e, como Hooke já havia sugerido no século XVII, como “balas disparadas de canhão”, penetram no solo. O estudo de um campo de dispersão pode ser comparado à ciência da balística, ou seja, ao estudo da trajetória das balas disparadas por armas de fogo. A queda de um meteorito ocorre na diagonal, variando entre 9º a 45º de penetração no solo. Por isso, geralmente os meteoritos são encontrados enterrados dentro do solo superficialmente, e só podem ser encontrados com auxílio de detectores de metais e magnetômetros. O estudo do campo de dispersão dos meteoritos é um campo praticamente inexplorado dentro da Meteorítica, mas que podem ser muito profícios no auxílio na recuperação de meteoritos.³⁵⁸ Como exemplo, o estudo do campo de dispersão do *Campo del Cielo*, na Argentina, rendeu ao longo dos últimos séculos inúmeros grandes meteoritos, como o Otumpa em 1803, o El Chaco em 1969 e o El Gancedo em 2016 (MARVIN, 2006: 29, 57). Já o estudo do campo de dispersão do Sikhote-Alin, na Rússia, identificou inúmeros pequenos buracos ou crateras e uma grande quantidade de meteoritos (NORTON, 1998: 108). Por isso, defendemos que sítios onde foram descobertos meteoritos possuem importância histórica e científica, que deveriam ser tratados como sítios arqueológicos e geológicos, pois, podem render muitas surpresas para a ciência.

³⁵⁷ As 10.000 milhas² correspondem exatamente a 25.899,88 m².

³⁵⁸ De fato, existem poucos estudos sobre os campos de dispersão meteoríticos no mundo e nenhum no Brasil, e o que poderia indicar uma área de intersecção entre os campos de dispersão. O fato é que existem campos de dispersão potenciais em várias cidades brasileiras que foram encontrados meteoritos, salvo quedas observadas e bem documentadas da qual foram encontrados um único fragmento. A proximidade de alguns meteoritos também torna essas áreas com potencialidades para futuras pesquisas e novas descobertas.

MAPA 11 - IMAGEM DE SATÉLITE EM 3D MOSTRANDO A DISTÂNCIA DOS LOCAIS DE QUEDA DOS METEORITOS CAMPINORTE E URUAÇU, O PROVÁVEL “CAMPO DO CÉU BRASILEIRO”



Fonte: O Autor, a partir do *Google Earth*.

A nossa pesquisa sobre a história dos meteoritos Campinorte e Uruaçu trouxe algumas contribuições para o entendimento dessas micro-histórias, e pensamos em deixarmos essa história em aberto, para futuras pesquisas. Admitimos a possibilidade futura de pesquisa focada em história oral entrevistando os principais protagonistas dessas histórias³⁵⁹.

De fato, os meteoritos conectam os três municípios limítrofes que compõem a região do rio Maranhão: Uruaçu, Niquelândia e Campinorte. E como essa conexão cósmica entre o campo e o céu, ligados pelo “rio mais rico do universo” - como a Via-Láctea - poderiam se reconectar por meio da história, da ciência e da educação? Ao refletir sobre isso, ficamos a pensar na ressonância possível entre esses locais e o espaço-tempo. Pensamos em escrever sobre a história desses achados, a investigar os locais dos achados, a tomar a possível cratera do Campinorte, a mapear o campo de dispersão do Uruaçu, a lançar foguetes nos locais desses achados, em criar um pequeno *hall* de meteoritos nos museus locais, a caçar meteoritos na possível

³⁵⁹ Algumas pessoas que poderiam ser entrevistadas são Célio Rezende (um dos descobridores do meteorito Uruaçu), Eli Braz Oliveira e José Braz Oliveira (os descobridores do meteorito Campinorte), especialistas como Maria Elizabeth Zucolotto, Wilton P. Carvalho e André Moutinho (que tiveram nos locais e intermediaram nas etapas de identificação, de negociação, e de compra e de venda dos meteoritos) e os caçadores de meteoritos Svend Buhl e José Maria Monzon. Como esses fatos ocorreram nos anos 1990, muitas dessas pessoas encontram-se em idade avançada, e que essa história está prestes a desaparecer.

intersecção³⁶⁰ desses meteoros e a triangular essas três cidades por meio de câmeras de monitoramento.

Como seria possível realizar uma aula de História das Ciências no que estamos chamando de Campo do Céu brasileiro, resgatando essas histórias, identificando seus problemas e propondo ações pedagógicas que convidassem os estudantes à reflexão sobre o tema? É nisso que nossa proposta de ensino se baseou: pensar em como o ensino poderia contribuir para uma melhor compreensão da história local, da ciência e da tecnologia e da educação patrimonial e museal.

O que se pode afirmar é que inexiste por grande parte das pessoas uma consciência histórica, uma noção de identidade ou de pertencimento às pequenas comunidades. Será que existe uma lógica presente no povo brasileiro em assistirem passivamente seus museus pegarem fogo, em verem seus patrimônios históricos em ruínas por falta de manutenção, em exportarem o seu ouro e o seu níquel até a exaustão e não deixarem nada em contrapartida para a sua comunidade, em expatriarem os seus tesouros - de pepitas de ouro à meteoritos raros - que são cobiçados por colecionadores particulares como reis, imperadores, milionários e bilionários e que são levados para longe e das quais pagamos para ver no exterior, enquanto que nossos castelos de areia, ou melhor dizendo, cidades de adobe, como cupinzeiros são destruídos pelo tempo e pelo nosso descaso?

4.4 Experiências de ensino

Nosso objetivo é descrever algumas experiências em sala de aula na forma de um itinerário ou diário de campo, compartilhando *know-how* e enfatizando os erros e os acertos advindos de nossa prática. Também realçamos que as experiências realizadas eventualmente não deram totalmente certo, mas em hipótese alguma afirmamos que não podem dar certo, pelo contrário, com o planejamento correto, as condições necessárias e o tempo de execução adequado podem alcançar o devido sucesso.

³⁶⁰ A nossa pesquisa partiu de uma sugestão de vivência local para uma surpresa. O Lago Serra da Mesa geralmente está baixo e torna suas margens favoráveis para uma atividade de campo para caça de meteoritos. De acordo com Romaine (2018), foi possível descobrir que o *hobby rockhounding* é favorável em áreas de pegmatitos e em áreas de intrusões magmáticas (ROMAINE, 2018: 5). Por incrível que pareça, na região ocorreu um evento de natureza magmática denominado Evento Urucuano, que tornam a área favorável para a prática. Juntando com o potencial de encontrar meteoritos.

A nossa proposta nasceu no “chão da sala de aula”, como afirma Libâneo, a partir de *insights* sobre a forma como a História é ensinada, pensando em atrair ação, movimento, dinamismo, empolgação, ludicidade, aventura e novidade às tradicionais aulas de História, vistas muitas vezes pelos estudantes, como uma ciência do passado. Nesse caso foi preciso repensar o ensino de história a partir do resgate de curiosidades locais utilizando metodologias ativas no ensino, pensando nas possibilidades de exploração de fatos e espaços ainda desconhecidos pelas pessoas. Nesse sentido, as metodologias ativas enfocam no aprendiz e na prática da “mão na massa”. De acordo com Valente (2018):

As metodologias ativas constituem alternativas pedagógicas que colocam o foco do processo de ensino e de aprendizagem no aprendiz, envolvendo-o na aprendizagem por descoberta, investigação ou resolução de problemas. Essas metodologias contrastam com a abordagem pedagógica do ensino tradicional centrado no professor, que é quem transmite a informação aos alunos. No entanto, a proposta de um ensino menos centrado no professor não é nova. No início do século passado, John Dewey, concebeu e colocou em prática a educação baseada no processo ativo de busca do conhecimento pelo estudante, que deveria exercer sua liberdade. Para Dewey, a educação deveria formar cidadãos competentes e criativos, capazes de gerenciar sua própria liberdade. Sua proposta era a de que a aprendizagem ocorresse pela ação, o *learning by doing*, ou aprender fazendo, *hands-on* (DEWEY, 1944) (VALENTE, 2018: 27-28).

Alguns problemas do dia-a-dia da sala de aula são exatamente a desconfiança generalizada pelos pares na participação de docentes e discentes em ações educativas que ocorrem fora da sala de aula ou mesmo dos portões da escola, como por exemplo, podemos citar a aula de campo e mesmo o lançamento de foguetes na Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG) que deve ser realizada em espaços abertos. Essas práticas educativas são muito criticadas dentro do ambiente escolar, vistas sempre com desconfiança. Enquanto a aula de campo é vista por muitos como uma forma de “matar-aula”, o lançamento de foguetes é visto por alguns como uma atividade prática recreativa incapaz de produzir, na maioria das vezes, reflexão teórica nos estudantes, que não sabem nada sobre a história, a física ou a ciência dos foguetes. Até onde o recreativo ou lúdico não são processos educativos? É possível aprender brincando com o conhecimento? Para Piaget (1970), “conhecer um objeto é agir sobre ele e transformá-lo, apreendendo os mecanismos dessa transformação vinculados com as ações transformadoras” (PIAGET, 1970: 30). Portanto, brincar, experimentar, agir e transformar são formas de aprender.

Dessa forma, nos propusemos a utilizar a História como ponto de partida para intervenção em nossa atividade para que ela pudesse mudar a realidade. Nesse caso, por que não começar a mudança pela reflexão dos problemas históricos vivenciados pela nossa própria comunidade? De acordo com Pieri et al. (2013), o ensino de História Local através de atividades lúdicas pode ser uma forma de obtenção de engajamento motivacional dos estudantes para obtenção do conhecimento:

Uma das preocupações dos profissionais da educação que buscam a construção de um conhecimento escolar significativo é o envolvimento dos alunos com o objeto proposto. No ensino de História, sobretudo nos anos iniciais, onde o foco curricular recai sobre os aspectos locais e do cotidiano, era de se esperar um envolvimento mais imediato e espontâneo por parte dos alunos. Porém, muitos são os que chegam aos anos finais desanimados com a História. Daí o interesse em investigar a aprendizagem da História Local por meio de atividades lúdicas, pois se tem observado que as mesmas, apesar de conhecidas e valorizadas, sobretudo no que diz respeito ao aspecto motivacional, estavam sendo pouco exploradas na disciplina (PIERI et al., 2013: 162).

De fato, foi preciso repensar fatos históricos únicos, locais, que eram praticamente desconhecidos pelas comunidades, para construir o conhecimento sobre o assunto, ao mesmo tempo que planejar ações para tornar esses fatos conhecidos, seja escrevendo sua história, refletindo sobre potencialidades de patrimonialização e utilização de alguns espaços, e mesmo torná-las, essas histórias, públicas e quem sabe mesmo expostas em museus locais. E quiçá essas nossas práticas pudessem impactar na própria comunidade, como no pensamento ético, no efetivo exercício da cidadania, na construção de uma identidade local, no resgate da cultura histórica, e na aquisição de uma consciência histórica.

No interior não há tantos espaços de lazer como nas grandes cidades e a abundância de espaços ao ar livre é um convite para pensar em novas formas de utilização e aproveitamento desses espaços. Nesse caso, era preciso pensar em uma história ao ar livre, como sugeriu Barbosa (2020), ao propor o estudo da memória e da história local a partir dos monumentos históricos (BARBOSA, 2020: 57). No nosso caso, foi preciso repensar fatos históricos locais únicos ligados à História da Ciência em uma interface entre a história e outras disciplinas como a astronomia e a geologia. Daí a interface entre a história local com as ciências (da astronomia e da geologia) e com os *hobbies* científicos, como observação noturna, monitoramento do céu, caça de meteoritos, *rockhounding*, detectorismo, pesca magnética, colecionismo de minerais e rochas, etc.

Entre as ações planejadas e desenvolvidas estão a “Exposição do Norte Goiano do Bicentenário da Independência do Brasil: 200 Anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil”; a “Exposição Itinerante de Meteoritos ‘Hall dos Meteoritos’”; o “Projeto Caçadores de Meteoritos”; e a “Triangulação de Perímetro e Área entre os municípios de Campinorte, Uruaçu e Niquelândia a partir do cruzamento de câmeras de monitoramento todo-o-céu”. Nesse espaço pretendemos descrever os erros e os acertos de nossos projetos, bem como sugerir caminhos para que os docentes e discentes que queiram implantar esses projetos em suas realidades escolares para que atinjam êxito.

4.4.1 Exposição do norte goiano do Bicentenário da Independência do Brasil: 200 anos de ciência, tecnologia e inovação no Brasil

O objetivo era repensar e reconstruir a contribuição das comunidades do Norte Goiano especialmente as dos municípios de Uruaçu, Campinorte e Niquelândia na construção da História da Ciência nacional, com organização de exposição, feira de ciências, eventos científicos e tecnológicos, minicursos e oficinas. Para isso, foi preciso a organização de uma integração entre escolas de Uruaçu, Campinorte e Niquelândia. Porém, apenas a escola estadual CEPI Polivalente Dr. Sebastião Gonçalves de Almeida, de Uruaçu, e a escola municipal Colégio Municipal Nossa Senhora de Aparecida, de Campinorte, participaram de nossa ação nomeada *Exposição do Norte Goiano do Bicentenário da Independência do Brasil: 200 Anos de Ciência, Tecnologia e Inovação no Brasil*, parte da 19ª Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e da comemoração do Bicentenário da Independência do país.

A efeméride serviu de apoio para a reflexão sobre a produção científica e tecnológica local e seu impacto no conjunto da nação. De fato, essa contribuição foi periférica, e só foi possível identificar as contribuições advindas da exploração das riquezas minerais encontradas nos municípios, a partir do garimpo e das mineradoras, e os meteoritos gigantes encontrados em Campinorte e Niquelândia. De qualquer forma, como afirma D'Ambrosio (2004), é preciso valorizar a história da ciência em sua dimensão local, mesmo que esta seja equivocada (D'AMBROSIO, 2004: 181). Também não foi possível identificar nenhum cientista ilustre nascido nas cidades e que pudessem ter renome nacional relacionado a alguma ciência particular. Por outro lado, foi possível verificar que indivíduos, instituições e governos de outras regiões,

do próprio país e estrangeiros sabem ou souberam se aproveitar das riquezas existentes nessa região e como explorá-las. E infelizmente muitos desses indivíduos, instituições e governos não deixaram um legado cultural para essas comunidades em contrapartida aos lucros obtidos pela exploração mineral desses locais.

O primeiro passo para a realização desse projeto escolar foi a adoção de uma identidade visual. De acordo com Teixeira et al. (2012) “a identidade visual é o conjunto de elementos gráficos que irão formalizar a personalidade visual de uma ideia, produto, nome ou serviço” (TEIXEIRA et al., 2012: 4). Na nossa interpretação, em um projeto escolar de abrangência anual a ser desenvolvido a longo prazo, ele deve possuir uma identidade visual apoiada em dois ícones³⁶¹, um para o projeto em si e o outro para a edição anual do evento, o que é comumente denominado como *patch*³⁶².

A identidade visual do projeto em si fazia referência ao lábaro³⁶³, sinal no céu³⁶⁴ que o imperador romano Constantino teria visto antes da sua vitória na Batalha da Ponte Mília e a sua ascensão ao trono imperial de Roma. O lábaro equivale às letras gregas *chi* e *roo* sobrepostas, e na nossa identidade visual se irradiava de forma estilizada do desenho de um Sol, na forma de um meteoro, um raio e um arco-íris. Na identidade visual apareciam os símbolos de Uruaçu (pássaro grande), Goiás (o Cometa Biela) e o Brasil (a constelação do Cruzeiro do Sul). O restante dos símbolos fazia referência aos temas da exposição como robôs (robótica), foguetes (lançamento de foguetes), pote de ouro (detectorismo) e o nemés do faraó egípcio (egiptologia). As montanhas remetiam à região mineradora do Maciço de Goiás e às águas ao Lago de Serra da Mesa, estes que unem de forma comum os diversos municípios da região como Campinorte, Uruaçu e Niquelândia (Imagem 29). Na hora de construir uma identidade visual é interessante explorar a própria simbologia dos temas expositivos.

O desenhista da nossa identidade visual foi uma pessoa ligada à própria comunidade escolar, ou seja, os próprios estudantes e seus familiares podem ser os

³⁶¹ O termo ícone pode ser substituído por logotipo, marca, emblema, escudo, signo, símbolo, time, etc.

³⁶² Patch pode ser traduzido do inglês como remendo, esparadrapo, adesivo ou bordado. É o nome dado no setor militar, bélico, naval, aéreo e aeroespacial às insígnias de missões específicas que são remendados ou bordados na farda dos militares ou civis participantes. O uso se estendeu para eventos em geral, bem como projetos educacionais e as suas edições anuais.

³⁶³ Esse sinal no céu visto por Constantino foi acompanhado por uma voz celeste que dizia em latim “*in hoc signo, vinces*”, que significa “com esse símbolo vencerás”. Muitos fenômenos celestes estão historicamente associados à oráculos prenunciando boa sorte ou desdita.

³⁶⁴ Acredita-se que o sinal no céu visto por Constantino seja um alinhamento de estrelas e planetas no céu.

designers da ideia de um projeto. E nesse caso, relembramos o quão talentosos e criativos são as crianças e os adolescentes neste quesito.

IMAGEM 29 - IDENTIDADE VISUAL DA EXPOSIÇÃO DO NORTE GOIANO DO BICENTENÁRIO DA INDEPENDÊNCIA DO BRASIL: 200 ANOS DE CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO NO BRASIL



Fonte: Arte de Filipe Medeiros, a partir de ideia original do Autor.

Assim, nós organizamos uma imersão em ciência e tecnologia entre docentes e discentes para que pudéssemos produzir materiais didáticos a serem expostos na culminância do projeto. Nesse caso, pensamos em entregar valor e organizar não só uma exposição, mas também materiais didáticos que pudessem ser reaproveitáveis pelos docentes e discentes no dia-a-dia da sala de aula ou na escola ou na execução de projetos educacionais em outros contextos. Essa ideia precisa ser adotada pelos docentes e discentes, para que ao produzirem materiais didáticos usados no ensino-

aprendizagem, no dia-a-dia da sala de aula, possam ser bem feitos de modo que consigam ser reaproveitáveis e reutilizáveis por outros docentes e discentes do Brasil e do mundo. Para isso, é necessário apenas pensar na padronização, na referenciamento e na atribuição de licenças. E fazer o material bem-feito, no capricho. Por fim, disponibilizar gratuitamente e livremente na *internet*, que se apoia tanto na cultura da convergência de Henry Jenkins, como na economia da dádiva (*gift economy*) de Howard Rheingold.

De acordo com Martino (2015), a cultura da convergência pode ser definida como a forma atual com que as pessoas que utilizam o mesmo repertório cultural, recriam as mensagens na mídia e as compartilham em várias plataformas - neste caso defendemos a sua extensão à educação (MARTINO, 2015: 34). Defendemos a apologética de que é preciso criar materiais didáticos a serem utilizados em sala de aula e que devem ser disponibilizados na mídia para serem recriados para sua efetiva reutilização em outros contextos educacionais. Martino (2015) define como processos de convergência:

Os processos de convergência são dinâmicos, e acontecem no momento em que o indivíduo recria, em sua vida cotidiana, as mensagens e as experiências em conjunto com as mensagens que chegam da mídia – e que ele, por sua vez, pode “re-criar”. A cultura da convergência representa uma alteração, aliás, na maneira como o indivíduo é visto no processo de comunicação (MARTINO, 2015: 36).

Já a economia da dádiva ou *gift economy* é definida por Martino (2015), a partir do pensamento de H. Rheingold, como “a circulação de bens nas comunidades virtuais (...) na troca e no compartilhamento, oferecendo possibilidades de interação humana diferentes da economia pautada na produção, no consumo e no lucro” (MARTINO, 2015: 47).

Assim, foram realizadas a divisão de tarefas e responsabilidades. Na produção de material didático da exposição de trabalhos propomos a utilização de um *template* que traz certa padronização estética que é extremamente fotogênica e agradável aos olhos do público. O nosso *template* era apenas o fundo na cor preta com uma pequena faixa em branco em baixo para gerar um contraste. No caso, propusemos a utilização de um *template* para ser reaplicado no PowerPoint. Porém, os estudantes fazem sua própria “mágica” e buscam suas próprias soluções e, no caso preferiram utilizar o Canva. Essa rebeldia dos estudantes pode ser tanto positiva quanto negativa. Por um lado, os estudantes buscam solucionar seus problemas a partir de seus próprios

“algoritmos”, ou seja, sua própria experiência da realidade, o que é bom para a autonomia dos estudantes. Por outro lado, pode fugir do esperado e causar a evasão da proposta. Nesse caso específico, isso não aconteceu, pelo contrário, a harmonia estética foi puramente alcançada. O ponto alto foi um “milagre” didático³⁶⁵ executado pelas crianças do 8º ano que transformaram um projeto expositivo sobre fósseis em realidade a partir do zero e com performance de alto nível.

No Dia D, dia 22/11/2022, ocorreram oficinas e minicursos no período matutino e as exposições de trabalhos de estudantes e professores no período vespertino. As oficinas e minicursos foram realizadas por vários professores, entre elas sobre como caçar meteoritos, garimpo de ouro, foguetes, robótica, drones, etc. Durante a realização das oficinas e minicursos, estudantes puderam selecionar as áreas de seus interesses, no qual ocorreram atividades teóricas e práticas. Na culminância foi possível verificar que nem todos se engajam em determinada causa, enquanto foi possível identificar estudantes com compromisso e até mesmo altas habilidades / superdotação³⁶⁶.

Durante a culminância, destacamos três oficinas e minicursos que foram importantes para a execução dessa pesquisa: a de caça aos meteoritos, a de detectorismo e a da pesca magnética. E também realçamos o piloto de uma exposição de meteoritos, rochas, minerais e minérios.

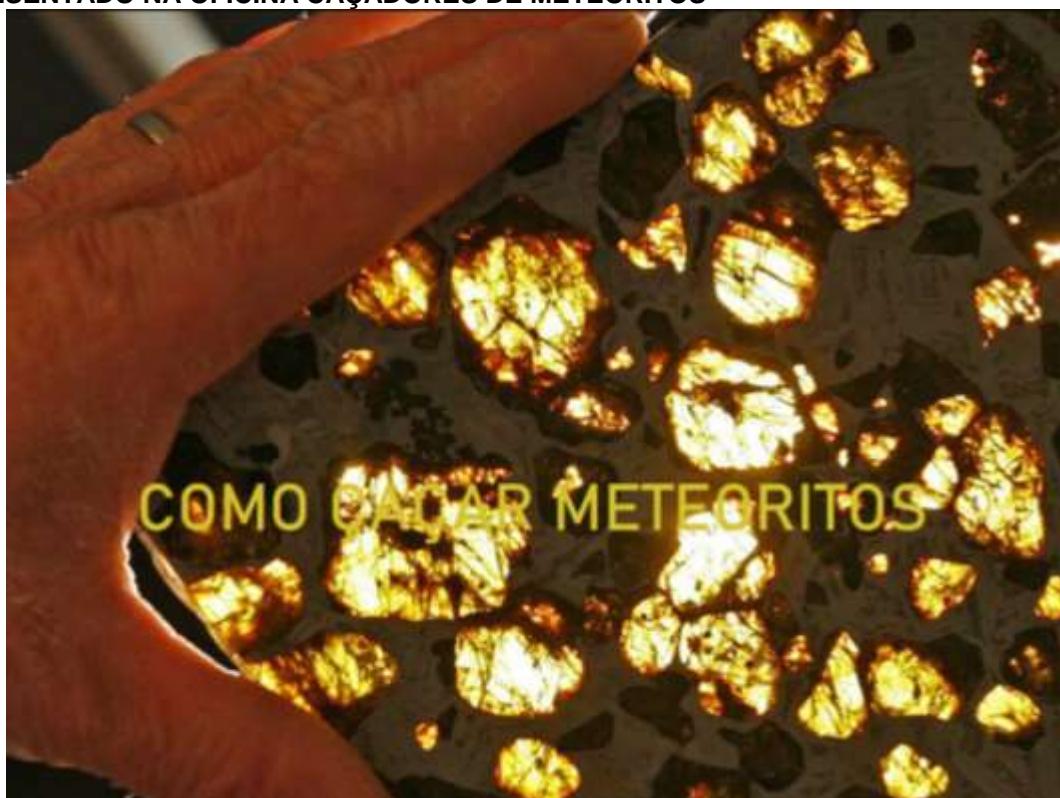
Na oficina “como caçar meteoritos” foram exibidas apresentações de *slides* sobre a história do meteorito Campinorte, a história do meteorito Uruaçu e os métodos e as técnicas utilizadas pelos caçadores de meteoritos para recuperar meteoritos (Imagem 30). Também foram exibidos meteoritos e *meteorwrongs* que foram passados de mão em mão para que os estudantes sentissem suas propriedades intrínsecas como a densidade e o magnetismo, como também observassem detalhes

³⁶⁵ Na elaboração dos *banners* expositivos não houve um único erro de escrita da norma culta da língua portuguesa. Isso só foi possível, devido ao fato de os trabalhos terem sido corrigidos previamente. A oficina de produção de *banners* também garantiu segurança e autoestima para os estudantes na exposição, já que era preciso realizar pesquisa prévia e dominar o assunto da exposição.

³⁶⁶ Ao contrário do que se imagina, altas habilidades ou superdotação é mais comum do que se supõe. Altas habilidades ou superdotação corresponde a um grupo reduzido de pessoas que apresenta performance melhor do que o conjunto geral da população e condiciona uma dupla excepcionalidade, ou seja, tanto um desempenho superior que a maioria quanto uma raridade da condição. Geralmente os alunos com altas habilidades ou superdotação não demonstram tal condição em sala de aula, pois são mais introspectivos e tímidos. Alunos(as) com altas habilidades ou superdotação devem ser identificados, encaminhados e receber tratamento especializado no Atendimento Educacional Especializado (AEE). São um grupo de estudantes de alto desempenho e de muito interesse para o desenvolvimento da nação. Nesse caso, afirmamos a necessidade de uma política pública de captação, seleção, retenção e fortalecimento desse segmento da população.

dos meteoritos como a crosta e linhas de fusão, presença ou ausência de côndrulos, forma aerodinâmica ou orientada, etc. Com o uso de lanternas especiais como as de luz UV, LED e incandescente também foi possível verificar os meteoritos a partir de diversos comprimentos do espectro eletromagnético e as propriedades físicas e químicas desses astromateriais.³⁶⁷

IMAGEM 30 – CAPA DA APRESENTAÇÃO DE SLIDES “COMO CAÇAR METEORITOS” APRESENTADO NA OFICINA CAÇADORES DE METEORITOS



Fonte: O Autor, a partir de imagem de um meteorito pallasito obtida no periódico *Le Monde* (2011).

Já na oficina de detectorismo foi utilizado um detector de metais para caçar moedas, e para isso foram espalhadas por toda escola moedas, bem como outros metais como lata de alumínio, tampinha de garrafa, latas de alimentos, etc. Lembramos que é possível construir um detector de metais ou magnetômetro na própria escola, e que existem referenciais teóricos e práticos para tal fim na bibliografia e na *internet*. Golemshinski (2016) já havia identificado o potencial do uso de detectores de metais no ensino de física, e nós também defendemos a sua utilização de forma lúdica no ensino de história (GOLEMSHINSKI, 2016: 22).

³⁶⁷ Na ocasião, infelizmente não foram retiradas fotografias para o registro audiovisual do minicurso e da oficina.

E, por fim, a oficina de pesca magnética; ela foi pensada pelos próprios estudantes, que utilizaram uma piscina inflável e fabricaram varas de pesca feitas de arames e ímãs reciclados de restos de caixas de som automotivo. Também é importante lembrar que esses ímãs podem ser obtidos a partir de restos de computadores e *notebooks*, bem como serem adquiridos na *internet*, em especial os ímãs de neodímio que são comumente utilizados neste *hobby* pelos aficionados. O uso da pesca magnética no ensino não é totalmente novo, e já havia sido realizado por Oliveira et al. (2011) com crianças dos anos iniciais do ensino fundamental ao criar varas de pesca magnética para ensinar o conceito de força. Realçamos o imenso potencial da pesca magnética no ensino de história, especialmente em áreas históricas e que possuem sítios de batalhas³⁶⁸, cidades históricas³⁶⁹ e antigas estradas de comércio.

A exposição de meteoritos, rochas, minerais e minérios (Imagem 31) foi realizada com amostras desses materiais, bem como diversas fontes de luz, como a luz do microscópio óptico, *laser* de luz infravermelha, lâmpada incandescente, lâmpada colorida, lanterna, luz UV, luz de LED, luz de visão noturna verde, etc. O resultado final ficou maravilhoso. A ideia original também consistia em utilizar um prisma para decompor a luz polarizada branca no espectro do arco-íris, porém não foi possível concluir esse experimento a tempo. As diferentes fontes de luz deram um belo efeito “mágico” à exposição realçando a beleza dos meteoritos, rochas, minerais e minérios, bem como criaram uma imersão ao tema expositivo, já que o escuro remete ao céu noturno e a observação de diferentes fontes de luz, ou seja, das estrelas, cometas, meteoros e poeira interplanetária no firmamento.

Após a culminância, houve a percepção de que as pessoas conhecem menos dos temas expositivos do que se imagina, como a história local, história da ciência, a própria ciência, astronomia, geologia econômica e meteoritos. Por outro lado, houve a sensação de sucesso entre estudantes e também do público adulto e de que as pessoas se interessaram pelos *hobbies* como pesca magnética e detectorismo, e mesmo pelo garimpo.

³⁶⁸ No caso brasileiro, como não houveram guerras recentes, a pesca magnética não oferece riscos. No entanto, a pesca magnética pode ser perigosa em países onde ocorreram guerras recentes, já que podem ocasionar o encontro fortuito de explosivos ou bombas não-detonadas.

³⁶⁹ No Brasil, como muitas cidades históricas são tombadas pelo IPHAN a pesca magnética de artefatos históricos pode ser configurada como crime. Ao praticar a pesca magnética é importante seguir as leis do país e evitar eventuais problemas com a justiça.

Sobre a história dos meteoritos encontrados em Campinorte e Niquelândia, a nossa hipótese inicial era de que o tema seria previamente conhecido pela comunidade na forma de boatos, “causos”, ou mesmo de que houvesse relações de parentesco entre alguns estudantes e os envolvidos na descoberta, porém o tema não teve muita repercussão, com exceção de uma criança que falou em detalhes sobre a história do meteorito Campinorte na ação realizada em Campinorte no dia 13/12/2022. Na nossa oficina realizada em Uruaçu, falamos sobre os meteoritos Uruaçu e Campinorte e métodos de recuperação de meteoritos e testes com algumas pedras suspeitas, porém aparentemente, não houve nenhuma reação especial, fora curiosidade entre os estudantes. Alguns estudantes afirmaram dias depois possuir meteoritos e que isso significa que os estudantes desconheciam do tema e que adquiriram o “olhar” diferenciado para as rochas, minerais ou “pedras” que encontravam. Talvez seja porque, mesmo Uruaçu sendo sinônimo de meteoritos no Brasil, até agora, nenhum meteorito foi realmente encontrado em seus limites municipais. Como a ação com uma escola de Niquelândia não se concretizou, não sabemos o impacto que poderia ter tido o tema para a população do município.

IMAGEM 31 – PROTÓTIPO DE EXPOSIÇÃO DE METEORITOS



Fonte: O Autor, 2022.

Um grande acerto na nossa ação educativa foi a percepção da possibilidade de uma metodologia ativa eficaz em produção de conteúdo em massa pelos estudantes com auxílio de um *template*, o laboratório de informática móvel e acesso à *internet*. O uso de *templates* auxilia a vida do professor e facilita a rotina dos estudantes proporcionando bons resultados em tempo mais curto, e que poderiam ser utilizados no ensino-aprendizagem. Nesse caso recomendamos a utilização de *templates* para os projetos escolares e acadêmicos que visem alcançarem uma identidade estética expositiva.

4.4.2 O projeto caçadores de meteoritos

O objetivo era organizar uma atividade de campo de “caça aos meteoritos” de forma racional e estruturada cientificamente nos locais de achado dos meteoritos Campinorte ou Uruaçu a partir da elaboração de uma disciplina eletiva³⁷⁰ ou curso de 40 horas que descrevia um método racionalizado para tal fim.

Sobre o início da caça aos meteoritos de Harvey Harlow Nininger, Zucolotto et al. (2013) descreve:

Ele era professor e só podia procurar meteoritos nas férias. Decidiu então escrever para o *Instituto Smithsonian* a fim de pedir um suporte financeiro para procurar meteoritos no campo em tempo integral. Recebeu um “não” como resposta e a seguinte observação: “se ele fosse pago para procurar meteoritos em toda a sua vida, ele poderia achar apenas um meteorito”. Nininger não desistiu e resolveu continuar procurando meteoritos nas horas vagas. (...)

Como precisava de dinheiro resolveu vender para a loja de material científico Ward. Porém, ele precisava ter um estoque de meteoritos e para isso foi ao Xiquipilco, no México, onde ele sabia que tinha muitos meteoritos, [aqui no Brasil seria Uruaçu]. Chegando à cidade, utilizou um intérprete para falar com o prefeito sobre suas intenções. O prefeito o deixou esperando e, ao voltar, trouxe um meteorito de 10 kg, perguntando se era naquilo que ele estava interessado. Imediatamente a notícia sobre um gringo louco que compra pedaços de ferro enferrujados se espalhou pela cidade. Então, em pouco tempo, ele comprou cerca de 350 kg do Xiquipilco (hoje Toluca). Este foi seu primeiro meteorito com o qual pode manter um estoque (ZUCOLOTTO et al., 2013: 143).

Como afirma Zucolotto et al. (2013), Uruaçu é conhecido internacionalmente como o lugar no Brasil que existem “muitos meteoritos” e, nesse caso, a região de

³⁷⁰ Eletivas ou disciplinas eletivas são cursos desenvolvidos na educação básica por professores nas escolas com objetivo de trazerem um pouco de novidade e inovação para a sala de aula, como Astronomia, Robótica, Automação, Foguetes, História Regional e Local, Jogos, Música, Dança, Teatro, Artes Marciais, etc. Essas disciplinas são o “carro-chefe” das escolas de tempo integral para atração e retenção de estudantes, e atingem seu ápice nas culminâncias.

Uruaçu fornece o pano de fundo perfeito para uma atividade de caça aos meteoritos. E graças a um pouco de sorte e a Lei da Seremptividade essa atividade possui enorme potencial na região. Na verdade, não tínhamos nenhuma pretensão em recuperar meteoritos, mas sim conhecer melhor esse *hobby* científico e tecnológico, verificar o potencial que as cidades da região possuíam para a prática desse passatempo, já que foram locais de recuperação de meteoritos históricos, e aprender mais sobre o assunto³⁷¹. Para isso foi preciso levantar os conhecimentos, as competências e as habilidades necessárias para a realização de um trabalho de campo, do qual fosse possível recolher amostras e identificar previamente os possíveis meteoritos, já que isso só é realizado em laboratórios especializados. De acordo com Romaine (2018), o caçador de meteoritos Geoffrey Notkin afirma que “a caça a meteoritos é uma ciência, e o caçador bem-sucedido deve dedicar muito tempo, tanto na sala de aula quanto no campo” (NOTKIN Apud ROMAINE, 2018: 182)³⁷². E para Zucolotto et al. (2013), para organizar uma caça ao meteorito é preciso:

(...) Escolher o local, estudar direitinho a história do meteorito, onde foi achado, condições da vegetação do local. Se for campo ou cerrado é bem melhor.

Equipamentos que deve levar: um bom detector de metais (aconselho a se familiarizar com o funcionamento dele antes de ir para o campo), uma pequena escavadeira destas de jardim, um GPS, bússola (hoje em dia um bom celular tem tudo), um mapa (preferencialmente do IBGE ou do Exército) (ZUCOLOTTO et al, 2013: 147-148).

Assim, foi desenvolvido um projeto de eletiva e curso denominado “Caçadores de Meteoritos” que pode ser reaplicável em outros contextos educacionais. Nesse projeto pensou-se em trabalhar em cada aula um tema científico e a história de um meteorito. Esse projeto foi pensado em quatro módulos: Meteorítica, Meteoros, Meteoritos e Caçadores de Meteoritos. Em Meteorítica seriam discutidos os conceitos; a nomenclatura; a história; a ciência; e a importância dos meteoritos para a história e para a ciência. Em Meteoros seriam discutidos a observação do céu; o monitoramento de meteoros por câmeras; os impactos e processos de formação de crateras. Em Meteoritos: as rochas espaciais; os meteoritos, *meteorwrongs* e *impactitos*; os tipos de meteoritos; a classificação simplificada e o desenvolvimento de uma chave de

³⁷¹ A mera curiosidade científica e tecnológica é uma competência e habilidade por si só que falta muito na escola atualmente. Somos defensores do aprender por aprender e defendemos que o conhecimento precisa ser instigado pela curiosidade do estudante, do professor ou de preferência de ambos.

³⁷² “Meteorite hunting is a science, and the sucessful hunter must put in serious time, both in the classroom and in the field” (NOTKIN Apud ROMAINE, 2018: 182).

identificação; minerais encontrados em meteoritos; micrometeoritos. E em Caçadores de Meteoritos: os *hobbies* científicos e tecnológicos, *rockhounding*, detectorismo; atividades práticas; campos de dispersão; aula de campo; trilha científica com visita à possíveis crateras e campos de dispersão; testagem em laboratório; organização e exposição do material coletado; colecionismo.

A ideia do projeto era levantar um conjunto de conhecimentos científicos necessário para o seu entendimento básico, não era para tornar-se um especialista ou “caçador de meteoritos”, mas sim para ter um conhecimento contextualizado dos conceitos e problemas da área, e do qual fosse possível perceber que a ideia de caçar meteoritos pode ser divertida, mas encontrar de fato um meteorito, pode ser mais difícil do que se imagina e não passar de uma grande ilusão. Na verdade, era um método que foi desenvolvido a partir de estudos autônomos na área, de forma amadora que procurou identificar formas científicas e técnicas de encontrar meteoritos, a partir da eliminação de *meteorwrongs* encontrados na região.³⁷³

Os métodos para caçar meteoritos e identificá-los em campo foram desenvolvidos pelos caçadores de meteoritos, especialmente a partir de Harvey H. Nininger, que descobriu centenas de meteoritos nos EUA ao longo do século XX. Entre as ferramentas utilizadas por Nininger estão os *pin pointers*, os detectores de metais, os ímãs e os magnetômetros, que podem ser fabricados em sala de aula a partir de materiais recicláveis e tutoriais encontrados facilmente na *internet*, como o *site wikiHow*.

Esse projeto-piloto de eletiva foi implantado no CEPI Polivalente Dr. Sebastião Gonçalves de Almeida, localizado em Uruaçu, no primeiro semestre de 2023. De fato, os alunos amaram o conceito. O projeto Caçadores de Meteoritos foi campeão, ficou em primeiro lugar e ganhou de todos os projetos da escola, inclusive dos imbatíveis projetos de Robótica e Foguetes, mas também de outros projetos concorrentes como Automação, Música e Teatro. Dos trezentos alunos da escola em tempo integral, setenta estavam na fila de seleção da sua disciplina eletiva. Na verdade, foi uma grande surpresa verificar o tamanho alcance dessa proposta para os estudantes.

Apesar do projeto ter sido pensado racionalmente, enfrentou inúmeras dificuldades na sua operacionalização prática. Não houve tempo no calendário escolar

³⁷³ Esse método procurava capacitar a reconhecer as rochas e minerais básicos encontrados na região que pudesse ser confundidos com meteoritos, como por exemplo minérios de ferro, níquel e cobalto.

para a integralização curricular da nossa proposta. E também não há uma infraestrutura prévia nos locais potenciais, como a possível cratera de Campinorte e o campo de dispersão de Uruaçu, e mesmo um local potencial na região, o Memorial Serra da Mesa, que fica na beira da área inundável do lago, estava fechado por falta de manutenção e problemas jurídicos, e mesmo o Lago Serra da Mesa estava em quota elevada impedindo que suas margens fossem utilizadas para tais fins. Dessa forma, nossa ideia mostrou-se muito avançada para o atual nível de conhecimento sobre meteoritos no nosso país. Talvez daqui a alguns anos seja possível tornar esse tipo de atividade lúdica, científica e educativa uma prática comum nas escolas.

De qualquer modo, é possível utilizar esses espaços tanto para atividades de caça ao meteoro, quanto mesmo como locais de memória que se conectam ao espaço no qual seja possível lançar foguetes na MOBFOG, mas para isso seria necessária uma infraestrutura básica como uma tenda ou toldo, uma demarcação da área, e uma sinalização com cones.

Para a caça ao meteoro seria interessante demarcar uma área de 1 are ou 100 m² (10 x 10 m). Para isso basta apenas usar uma trena e quatro cones para tais fins. Para a demarcação da área, os próprios estudantes podem ser escalados para a realização de tal proeza. De acordo com Neice (2016), ao demarcar uma grade, deve-se passar o detector e o magnetômetro em ziguezague na horizontal, na vertical e na diagonal para obter o máximo de aproveitamento e a exploração total de um determinado espaço (NEICE, 2016: 46).

Já para o lançamento de foguetes nesses espaços com sítios meteoríticos, convém lançá-los a partir do ponto do local demarcado preservado ou conservado como uma cratera de impacto, um buraco, um marco comemorativo, um monumento ou uma placa ou *outdoor* de sinalização do local exato da queda ou recuperação de um meteorito. Isso se deve para evitar possíveis danos materiais ao local da queda ou achado meteorítico, caso ainda exista. É importante realçar no Brasil que só os sítios dos meteoritos Bendegó em Uauá (BA) e Casimiro de Abreu (RJ) na cidade homônima possuem alguma sinalização ou foram objetos de patrimonialização.

Como os sítios meteoríticos no Brasil são espaços privados também convém pedir autorização para os donos de fazendas para a realização de tais atividades, seja caça ao meteorito ou lançamento de foguetes em sítios meteoíriticos. É bem possível

que autorizem tais atividades lúdicas, já que eventualmente os meteoritos podem fazer parte da cultura local.

Do ponto de vista logístico, tanto as secretarias de educação, as prefeituras e as câmaras de vereadores poderiam auxiliar na execução dessa proposta de caça ao meteorito ou mesmo de lançamento de foguetes em sítios meteoríticos. Estas poderiam fornecer o empréstimo dos materiais (toldo, barraca, barracão, garrafa térmica de água, caixa de isopor com gelo) para a sua utilização no espaço, bem como fornecer o transporte dos estudantes para o local para a realização da atividade ao ar livre.

Como não foi possível organizar a atividade externa de “caça ao meteoro” ou “caça ao meteorito”, foi pensada uma ação interna em sala de aula com exposição de painéis expositivos sobre a meteorítica em Goiás e Tocantins.

De qualquer forma, alguns(mas) alunos(as) dedicados(as), prepararam alguns materiais expositivos a serem apresentados na culminância do nosso projeto, o que no final, não se concretizou. A aluna do 2º ano do ensino médio Geowana Alves de Araújo produziu um belo pôster “Como Caçar Meteorito” que nem mesmo chegou a ser exposto na escola, mas que merece uma menção honrosa pelo capricho e força de vontade (Imagem 32).

Como o tema meteoritos é praticamente inexplorado no ensino no país e mesmo no mundo, praticamente inexistem materiais didáticos que tratem sobre o tema. O que foi possível realizar foi a produção de material didático da eletiva em forma de um curso ou sequência didática baseado nos princípios da narrativa transmídia na forma de e-book intitulada “Caçadores de Meteoritos” para ser compartilhado de forma aberta na *internet*, com o material didático todo referenciado e com a licença de uso atribuída.

Durante a elaboração desse material didático foi possível verificar que o tema do e-book se adequa perfeitamente aos PCNs e à BNCC e pode ser utilizado por professores(as) de forma disciplinar, interdisciplinar, multidisciplinar, transdisciplinar ou transversal em todas as séries da educação básica. Esse material seria bem explorado de forma interdisciplinar, multidisciplinar ou transdisciplinar especialmente a partir de uma integração entre os componentes curriculares das Ciências Humanas (história, geografia, filosofia) e das Ciências Naturais (química, física, biologia), bem como da Matemática.

IMAGEM 32 – PÔSTER “COMO CAÇAR METEORITO”



Fonte: Geowana Alves de Araújo, 2023. Cortesia Geowana Alves de Araújo.

4.4.3 Exposição itinerante “*Hall dos Meteoritos*”

O objetivo era a organização de uma exposição de natureza itinerante sobre a história, a ciência ou a cultura dos meteoritos como objetivo de conhecimento histórico, divulgação científica, popularização científica e recuperação de possíveis futuros meteoritos. Nós batizamos a exposição de o “*Hall dos Meteoritos*”, pois a nossa ideia original era de que ela fosse exposta em um museu local e ficasse disponível para outros docentes e discentes para empréstimo.

De acordo com Kuhn et al. (2020), a função das exposições itinerantes é auxiliar tanto na formação geral dos estudantes, quanto na popularização científica. Para Kuhn et al. (2020):

O contato com o objeto científico também é importante na formação dos estudantes, mas no Brasil, ferramentas como os acervos museológicos, em geral, ainda estão muito restritas aos grandes centros (Kuhn, 2016). E mesmo nestes locais, as escolas periféricas possuem dificuldades de acesso aos acervos, uma vez que os recursos são restritos, fato que dificulta a locomoção de estudantes e professores até as instituições museológicas. A realização de exposições itinerantes é uma forma de permitir acesso a conteúdo ligados às geociências, para auxiliar na formação dos estudantes e fomentar a popularização da ciência (KUHN et al., 2020: 5).

A ideia evoluiu para que ocorresse exposição de painéis; amostras de meteoritos, *meteorwrongs*, impactitos, pedras de raio e fulguritos; réplicas de objetos da cultura material relacionados aos meteoritos; e ferramentas e equipamentos utilizados na caça aos meteoros e recuperação de meteoritos. A nossa ideia era que essa exposição pudesse atingir as escolas-polos rurais, locais promissores para recuperação de futuros meteoritos, e pensamos em uma exposição que fosse reaplicável em outras partes do Brasil, já que o nosso país possui poucos meteoritos conhecidos pela ciência.

De fato, não tínhamos qualquer conhecimento ou *know-how* anterior relacionados à teoria e à prática de organização de uma exposição escolar ou acadêmica. Até o advento da *internet* e da pandemia, os professores e os estudantes faziam largo uso da técnica da bricolagem, já que abundavam nas escolas materiais impressos como jornais, revistas e livros fora de linha. A prática analógica de recortar e colar materiais impressos encontra-se atualmente ultrapassada e está prestes a desaparecer completamente das práticas pedagógicas, pela própria falta de material para tal fim, exigindo dos docentes e discentes novos conhecimentos, habilidades e competências em TDICs. A utilização de tecnologias e recursos educacionais digitais torna-se imprescindível na prática do ensino-aprendizagem atual.

Para a organização de uma exposição sobre meteoritos ou outro tema é preciso passar por várias etapas que necessitam um planejamento prévio de todo o processo e é mais complexo do que se imagina. O primeiro deles é a definição do tema da exposição. No nosso caso, era sobre meteoritos, e o seu enfoque pode ser tanto na ciência, na história ou na cultura relacionadas à temática. Inicialmente, fizemos uma

exposição focada na ciência, ou seja, nos meteoritos e em suas relações com a história da Terra e com os seus corpos parentais do Sistema Solar. Nesse caso, foi mais produtivo, pois abundam referenciais de fácil acesso na *internet* ou em livros. Em seguida, organizamos uma exposição pelo critério histórico, já que é um consenso entre cientistas, *dealers* e colecionadores, que o valor de um meteorito está na sua história, e quanto mais rica, mais valioso ele se torna. Como afirma Zucolotto et al. (2013), para a realização de uma exposição, os meteoritos mais valiosos são os meteoritos históricos em virtude da grande importância para a história da meteorítica:

Este valor também depende de outros fatores, tais como: um meteorito de queda observada é mais valioso do que um achado; os achados nos desertos valem menos do que os encontrados em outras partes do mundo. Os meteoritos mais interessantes para a Ciência também são os mais valiosos para os colecionadores, assim, os meteoritos históricos, como o Ensisheim, o L'Aigle e outros, são bem visados em virtude da grande importância para a história da meteorítica. (ZUCOLOTTO et al., 2013: 149).

Como tema da exposição, sugerimos organizar uma exposição da história da meteorítica local e regional, e delimitamos o espaço de Goiás e Tocantins; seriam produzidos painéis pelos discentes a partir de um *template*, que pudesse facilitar a vida dos estudantes e atingir uma harmonia estética.

O resultado final ficou incrível (imagem 33), especialmente após a impressão em lona em uma gráfica. Apesar de parecer ser um trabalho de um *designer* profissional, o *design* dessa peça foi feito de forma muito simples, e pode ser realizada e reproduzida em sala de aula, tanto pelos docentes quanto pelos discentes. Os custos de impressão também são relativamente acessíveis para ambas as categorias. Durante a execução dessa exposição, ficou claro que o professor pode produzir materiais didáticos de qualidade, duráveis e de baixo custo para serem expostos em salas de aula ambiente com o auxílio dos próprios estudantes, e que o material possa ser exposto para outras salas de aula sucessivamente. O melhor de tudo, foi ver o brilho nos olhos dos estudantes após verem seu trabalho impresso, e isso não tem preço. Na execução de arte digital é possível elaborar diversos tipos de peças gráficas em sala de aula como pôsteres, painéis, *banners* artísticos, *banners* acadêmicos, *folders*, etc. Nesse caso, reconhecemos que a criatividade dos docentes e dos discentes não tem limites.

Já em relação ao tema da exposição, os painéis expositivos descreveriam a história do desenvolvimento da meteorítica nos estados de Goiás e no Tocantins e as

micro-histórias relacionadas à recuperação de meteoritos como o Santa Luzia de Goiás (1921), o Veríssimo (1965), o Sanclerlândia (1971), o Itapuranga (~1977), o Campinorte (1992), o Urucuá (1992), o Faina (2011), o Santo Antônio do Descoberto (2011) e o Montes Claros de Goiás (2018) em Goiás e o Araguaia (2015) e o Conceição do Tocantins (2021) no Tocantins. Os painéis também descreveriam a história dos estudos dos astroblemas Domo de Araguainha (GO/MT) e Serra da Cangalha (TO).

IMAGEM 33 – PAINÉIS DO METEORITO CAMPINORTE E DO METEORITO URUAÇU CONFECCIONADOS A PARTIR DE UM TEMPLATE



Fonte: D. C. Almeida, 2023.

O template utilizado para a confecção dos painéis expositivos do *Hall dos Meteoritos* consistia em imagens da Terra obtidas pelo *Google Earth*, mapas e imagens de satélite obtidos do *Google Maps*, fotografias do meteorito e da sua história, uma tabela com dados do *Meteoritical Bulletin Database*, bem como referências de fontes históricas e científicas consultadas para a execução da obra. Também foram usados ícones para destacar alguns tópicos e para informar aos leitores sobre as licenças de uso. O tempo de execução de cada painel foi de cerca de seis horas,

sendo duas horas para a pesquisa, duas horas para a edição das imagens e outras duas horas para escrita dos textos e ajustes finos.³⁷⁴

No total foram confeccionados vinte painéis expositivos que destacam a história e a identificação dos meteoritos e dos astroblemas em Goiás e Tocantins intitulados como: História dos Meteoritos e da Meteorítica em Goiás e Tocantins; Meteoritos de Goiás e Tocantins; Grandes Meteoritos; Crateras de Impacto; Métodos e Equipamentos utilizados por Caçadores de Meteoritos.

Na criação dos materiais expositivos, optamos pela arte digital e, de fato, pela falta de tempo hábil, poucos estudantes auxiliaram na sua execução. Mas mesmo assim, essa etapa foi importante pois eles auxiliaram na identificação dos inúmeros problemas e das dificuldades decorrentes na operacionalização dessas práticas em sala de aula.

Os estudantes foram orientados a realizar pesquisa bibliográfica, pesquisa iconográfica e pesquisa audiovisual para a produção de materiais para a exposição. Para a realização da nossa exposição foram explicadas aos estudantes as etapas do processo criativo que são o *brainstorming*, o *storytelling* e o *visual thinking*. O *brainstorming* é a tempestade de ideias relacionada sobre o que se sabe sobre o assunto, e é o ponto inicial da pesquisa. O *storytelling* ou o “fio narrativo” que leva os estudantes a organizarem os dados coletados em sua pesquisa. E por fim, o *visual thinking* que é a conversão de textos em imagens.

Uma das dificuldades enfrentadas foi referente ao acesso a certos espaços da escola, como a biblioteca, o laboratório de informática ou mesmo o laboratório móvel. Nas bibliotecas escolares faltam livros atualizados e nos laboratórios de informática ou móvel falta o acesso à *internet* ou ao Pacote Office. Todas essas dificuldades não puderam impedir o trabalho, mas dificultaram os resultados. De qualquer forma, um ou outro estudante tem certo interesse e compromisso de realizar as atividades propostas em horário fora da escola, o que não deveria ser feito, já que o colégio onde foi desenvolvida a proposta era uma escola de tempo integral.

³⁷⁴ Apesar da ideia ter sido pensada para a história dos meteoritos, um tema pouco trabalhado na historiografia e no ensino de história, a confecção de painéis expositivos digitais para exposição escolar gerou inúmeras ideias sobre como utilizá-las em temas tradicionais no ensino de história, que possuem muito apelo subjetivo e caem no gosto dos estudantes, como o Egito, a Idade Média, a Segunda Guerra Mundial, etc, Assim sendo, recomendamos que professores possam utilizar essas técnicas para criar com os estudantes exposições bonitas e de muito apelo estético do público estudantil de todas as idades.

Também realçamos os riscos de se trabalhar com temas expositivos que precisam de pesquisa em fontes. No nosso caso, o tema meteoritos mostrou-se muito difícil. Nem todo meteorito é rico em histórias, fontes históricas e imagens. As fontes podem estar em outra língua, como o *Meteoritical Bulletin*, e dar trabalho extra, que muitas vezes pode não compensar – mas sempre é possível pensar, mesmo que hipoteticamente, em envolver o(a) professor(a) de línguas nessa atividade. Praticamente inexistem materiais disponíveis em escolas sobre o tema. Um bom trabalho é referenciado, atribuído licença de uso, se for possível acessível, mas todas essas etapas precisam de acompanhamento constante do docente, o que se mostrou ser contraproducente, ainda mais considerando o curto tempo previsto no calendário escolar.

Apesar de tudo, enquanto realizamos nossas pesquisas foi possível perceber o que Csikszentmihalyi (2020) denomina como o estado de fluxo ou *flow*, que é a experiência de perder a noção do tempo quando fazemos algo do que mais gostamos. De fato, sentimos isso na hora de fazer uma peça gráfica. De fato, os estudantes adoraram a ideia de participarem do processo criativo de uma peça gráfica digital para ser exposta na escola.

Esse foi um produto educacional acertado obtido pela nossa pesquisa, foi a organização de uma exposição sobre meteoritos que contasse a história e as micro-histórias relacionadas à temática, ao mesmo tempo que, também explicasse toda a ciência envolvida no estudo dessas rochas espaciais e mesmo o seu impacto na cultura. O interessante seria a exibição de algumas amostras de meteoritos, *meteorwrongs*, impactitos, pedras de raio e fulguritos; e a apresentação de algumas ferramentas e equipamentos utilizados por amadores e profissionais na caça de meteoros e recuperação de meteoritos. Mas reconhecemos que existe inúmeras dificuldades para ter acesso a esses objetos nas escolas. Uma alternativa é a utilização de réplicas, de impressão 3D, de imagens, ou de exposição digital.

Alguns aspectos legais também devem ser considerados na criação de uma exposição itinerante. A primeira delas é o repositório ou qual instituição ficaria como depositária. No nosso caso, pensamos no Memorial Serra da Mesa ou no Museu Dom Prada, ambos localizados em Uruaçu. Para isso, basta firmar um acordo com a instituição depositária e escrever um documento reconhecido em cartório por ambas as partes fazendo a doação do material e a descrição da sua finalidade. A partir daí,

a instituição museal será a responsável pela sua curadoria, bem como a sua exibição e o seu empréstimo. Dessa forma, os materiais da exposição podem ser expostos de forma permanente, semipermanente e itinerante, podendo mesmo ser ampliada ao longo do tempo com novas aquisições e doações.

A nossa ideia era expor esse material na reabertura do Memorial Serra da Mesa, mas isso se mostrou, como afirma Rüsen (2011), uma “transgressão da experiência”. O Memorial Serra da Mesa foi organizado pelo cerratense Altair Salles Barbosa e expõe a complexa paisagem do cerrado e as diferentes etapas de ocupação antrópica desse bioma, além de exibir inúmeras amostras de rochas, minerais e minérios coletados pelo pesquisador na região do Lago do Serra da Mesa. Assim, Barbosa (2022) compara o cerrado a uma noite estrelada:

Podemos afirmar que até o ano de 1950 o Cerrado se nos apresentava ainda de forma intacta, com todos os seus matizes (...). Era um sistema engrenado, onde seus variados subsistemas interdependentes, flora, fauna, solo, recursos hídricos, processos atmosféricos e outros nos maravilhavam a visão, como se fosse uma grande constelação, numa noite sem luar (BARBOSA, 2022: 9).

No entanto, no Memorial Serra da Mesa inexiste um espaço que fale literalmente da “grande constelação, numa noite sem luar”, ou seja, o céu estrelado, que foi a metáfora utilizada por Altair Salles Barbosa para se referir ao cerrado. Assim como não há menção ao céu no Memorial Serra da Mesa, também não existiam amostras ou algum painel referente aos meteoritos gigantes encontrados na região. Nesse caso, foi até possível sonhar que nosso trabalho poderia ter sido exposto em um museu. Mas como crianças, adolescentes e professores de escola pública poderiam fazer isso? É tentador, sonhador e subversivo pensar em crianças e adolescentes revirando o mundo de cabeça para baixo e planejar uma ação de musealização de um trabalho escolar! De qualquer forma, no Museu Dom Prada, em Urucuá, existe um tijolo exposto com valor histórico pois, foi o primeiro tijolo fabricado na primeira olaria da cidade. Isso nos fez pensar: por que não meteoritos?

4.4.4 Triangulação de perímetro e área entre os municípios de Campinorte, Urucuá e Niquelândia a partir de câmeras de monitoramento todo-o-céu

O objetivo era a triangulação de um perímetro e de uma área entre Uruaçu, Campinorte e Niquelândia por meio de câmeras de monitoramento todo-o-céu³⁷⁵ ou similares.

Existem inúmeros métodos utilizados para o monitoramento de meteoros, *fireballs* e bólidos como a fotografia, o vídeo, o radar, o rádio, etc. A IMO e o *Global Meteor Network* são instituições internacionais responsáveis pelo estudo, monitoramento e registro de meteoros, *fireballs* e bólidos em todo o mundo, assim como as diversas redes de monitoramento de cobertura nacional ou multinacional.

No Brasil, existem duas redes de monitoramento de meteoros, bólidos e *fireballs* no país, a BRAMON e a EXOSS *Citizen Science*. A *Brazilian Meteor Observation Network* (BRAMON) e a *EXOSS Citizen Science* são duas redes de monitoramento de meteoros brasileiras que registram meteoros, *fireballs* e bólidos a partir de câmeras todo-o-céu adaptadas, ou seja, câmeras tradicionais de circuito fechado (CFTV) em sua operação. De acordo com Langhi (2015), o objetivo da BRAMON é:

Patrulhar o céu noturno integralmente através de CCDs de alta sensibilidade combinadas com softwares de captura e análise de imagens, a fim de se determinar os elementos orbitais principais de meteoroides rastreados na entrada da atmosfera terrestre e triangular possíveis locais de queda de meteoritos, segundo normatizações da BRAMON, além de estudar fenômenos atmosféricos tais como os *sprites*, *elves* e *jets* (LANGHI, 2015: 2).

Por sua vez, a rede EXOSS funciona a partir do conceito de ciência cidadã, que tem como princípio básico aproximar amadores e profissionais da prática científica. De acordo com Barros de Cicco (2017), as câmeras do projeto estão distribuídas por todo o Brasil a partir de uma estação de monitoramento que corresponde a “um conjunto instrumental equipado basicamente com uma câmera, um pc e um software apropriado para a realização de videocapturas” (BARROS DE CICCO, 2017: 37). Barros de Cicco (2017) também explica o objetivo da EXOSS:

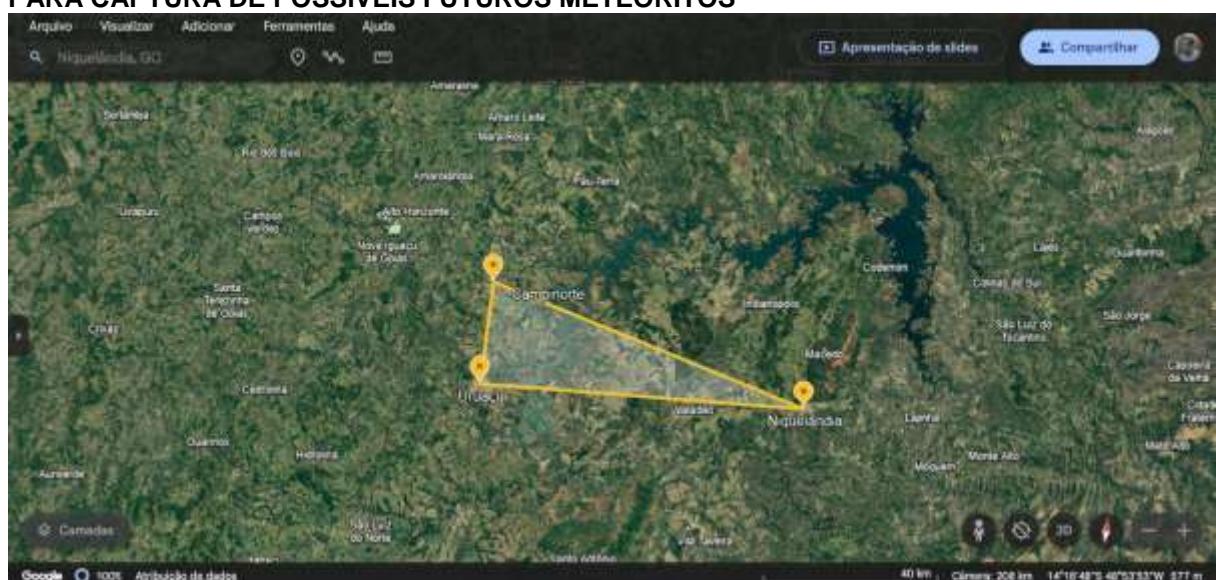
A pedra fundamental do projeto é a mão-de-obra dos associados, em sua grande parte amadores, que trabalham voluntariamente em prol das pesquisas contribuindo para o desenvolvimento da rede EXOSS, mantendo as câmeras ativas e funcionais e realizando duas tarefas básicas: as (1) videocapturas e (2) pré-análise (usando o pacote de software chamado UFO). Estas duas tarefas consistem na primeira etapa de coleta de dados dos meteoros. Na segunda etapa os dados obtidos são tratados por pessoas com

³⁷⁵ Ao invés de utilizarem câmeras todo-o-céu, o BRAMON e a EXOSS *Citizen Science* utilizam câmeras de monitoramento de alta sensibilidade noturna acopladas com lentes para observação do céu, como substitutos.

treinamento adequado, para obter os resultados científicos, tais como cálculo de raiantes, trajetórias de bólidos e estatísticas de magnitude e curvas de brilho (BARROS DE CICCO, 2017: 39).

Nesse caso, a nossa ideia era organizar a montagem de três estações de monitoramento, uma para cada município, Uruaçu, Campinorte e Niquelândia, e que estivessem alinhadas entre si, demarcando uma área no qual fosse possível recuperar futuros meteoritos caídos na região, conectando a história dos meteoritos encontrados na região e reconectando essas cidades ao espaço³⁷⁶ (Mapa 12).

MAPA 12 – PERÍMETRO E ÁREA DEMARCADA ENTRE CAMPINORTE, URUAÇU E NIQUELÂNDIA PARA CAPTURA DE POSSÍVEIS FUTUROS METEORITOS



Fonte: Google Earth.

De acordo com o site do BRAMON, para a montagem de uma estação de monitoramento de meteoros simples e de baixo custo era preciso um computador, câmeras e equipamentos de vídeo e softwares. Entre as câmeras e equipamentos de vídeo eram precisos câmera todo-o-céu, lente, caixa de proteção, placa de captura de vídeo easycap, rele fotocélula, cabo coaxial e conector. Os softwares usados são o UFOCapture³⁷⁷, UFOAnalyser³⁷⁸, UFOOrbit³⁷⁹ ou OFAA³⁸⁰. O UFOCapture, o

³⁷⁶ Segundo os cálculos do Google Earth, o perímetro mede 97.618,68 m e a área 869.234.211,61 m².

³⁷⁷ O UFOCapture é um software desenvolvido pela empresa japonesa SonotaCo para monitoramento do céu e captura em vídeo de meteoros, fireballs, bólidos e eventos luminosos transientes, como Sprites (duendes), Elves (elfos) e Blue Jets (jatos azuis).

³⁷⁸ O UFOAnalyser é um software desenvolvido pela empresa japonesa SonotaCo que calcula de forma precisa a direção e a elevação de um evento meteórico no céu.

³⁷⁹ O UFOOrbit é um software desenvolvido pela empresa japonesa SonotaCo que auxilia na definição da órbita de um corpo celeste a partir do cruzamento de dados de dois observadores.

³⁸⁰ O OFAA é um software desenvolvido pela incubadora brasileira Oort Tecnologias no Parque Tecnológico Jataitech, na Universidade Federal de Jataí, em Goiás.

UFOAnalyser e o UFOOrbiter são três softwares desenvolvidos pelos japoneses em suas redes de monitoramento e que possuem um custo-benefício de aquisição melhor do que outros softwares utilizados em outras redes de monitoramento no mundo.³⁸¹ Diante disso, os brasileiros desenvolveram um software gratuito e de uso livre, denominado Observatório de Fenômenos Atmosféricos e Ambientais (OFAA).

A aquisição dos materiais para as estações de monitoramento mostrou-se difícil, já que não existiam câmeras todo-o-céu disponíveis no mercado brasileiro. Além disso os custos se mostraram elevados, já que eram necessários computadores para sua operação. A BRAMON defende que os computadores utilizados para a estação possam ser aqueles já usados, desde que possuam as configurações básicas para a sua operação. Nesse caso, o local ideal para montagem de uma estação de monitoramento de meteoros é a escola pública, já que abundam computadores, que muitas vezes ficam ociosos. Foi verificada a necessidade de utilização de mão-de-obra na instalação dessas câmeras, o que contraria o conceito de faça você mesmo (DIY). Também foram constatadas as dificuldades logísticas e operacionais para a operação dessas câmeras em três municípios diferentes, já que elas precisam ser ligadas todos os dias manualmente, necessitando assim um operador para cada município, o que tornou a ideia inviável. Uma alternativa seria a utilização de um mecanismo de automação para ligar essas câmeras remotamente, já disponíveis no mercado.

A nossa ideia era de que fosse possível operar câmeras de monitoramento todo-o-céu em escolas públicas, já que possuem uma enorme cobertura no território nacional, e que pudessem ser utilizadas na expansão de redes de monitoramento no país. Infelizmente, existe um enorme desafio relacionado a essa concepção, que é a existência de vandalismo sistemático em escolas, o que poderia não ser o espaço apropriado para tais fins. De qualquer forma, defendemos que existe um enorme potencial para a expansão das redes de monitoramento de meteoros no Brasil a partir da montagem de estações de monitoramento individuais nas escolas. A nossa ideia era que essa área pivô entre Campinorte, Uruaçu e Niquelândia, fosse continuamente

³⁸¹ Os softwares podem ser adquiridos no site da empresa japonesa SonotaCo através de compra internacional mediante pagamento via cartão de crédito internacional. Após a efetuação do pagamento e a devida compensação, a empresa fornece um link via e-mail para o usuário para que os softwares possam ser baixados. Os softwares da SonotaCo podem ser adquiridos individualmente ou em conjunto. Também é importante mencionar, que o software permite baixá-lo e instalá-lo em 10 computadores ou notebooks, ou seja, podem suportar 10 estações individuais de monitoramento.

expandida para outros municípios da rede estadual de educação, ampliando a cobertura da rede de monitoramento de meteoros no país, bem como a futura recuperação de um meteorito caído na região demarcada.

De toda forma, diante dos enormes desafios encontrados nessa ação, acreditamos que seja preciso repensar a montagem de estações de monitoramento de meteoros, *fireballs* e bólidos em escolas, especialmente no quesito segurança e proteção patrimonial. Todavia, reconhecemos a importância da difusão da ideia de disseminação de estações de monitoramento de meteoros nas escolas e na educação básica como projetos de iniciação científica e de ciência cidadã.

4.5 Resultados

As experiências de ensino mostraram que há um descompasso entre as três culturas organizacionais existentes na educação. Essas três culturas organizacionais são a cultura da escola pública (a realidade da sala de aula e a demanda dos estudantes), a cultura da universidade (as exigências canônicas da academia) e a cultura do mercado (que impacta na escola privada, na educação corporativa e no conteúdo dos livros didáticos e paradidáticos do mercado editorial). São três culturas que dialogam muito pouco entre si, mas são unâimes em afirmar que o nosso modelo educacional é arcaico, defasado e ineficaz. Essas culturas organizacionais atuam como forças cuja interação gera vetores que influenciam a realidade da escola pública e as tentativas de transformá-las. E entre o tradicional e a inovação radical na educação básica, está a escola pública. Admitimos que as nossas experiências de ensino tenham proposto uma inovação radical na educação. Como afirmam Campos e Blikstein (2019), “transformações profundas e significativas no ambiente escolar, considerando as relações pedagógicas, a organização curricular e o processo de ensino-aprendizagem” (CAMPOS e BLIKSTEIN, 2019: XIV). E que isso deve continuar a ser feito.

Apesar de tudo, somos obrigados a admitir que é preciso certos cuidados ao realizar pesquisa empírica em sala de aula na educação pública. Os ambientes educacionais na escola pública são mais competitivos do que cooperativos. Entendemos que a competição seja importante para o desenvolvimento pessoal e profissional dos indivíduos e das instituições. Mas é preciso reconhecer que o excesso

de competição pode levar a um jogo de soma zero, no qual nenhum dos competidores sai vencendo.

O trabalho com temas pouco explorados na historiografia podem ser um verdadeiro desafio para os docentes que desejam utilizá-los em sala de aula. A utilização de fontes brutas, ainda não trabalhadas por historiadores(as), pode ser difícil e contraproducente. Recomendamos que ao organizar uma exposição em sala de aula com os estudantes sobre temas de história local, que se opte por aqueles consolidados, pois assim se evita retrabalho e pode-se alcançar um resultado mais satisfatório. Outra alternativa é que haja uma divisão de tarefas no qual o professor possa fazer a parte mais difícil em tempo hábil para repassar para os discentes outras demandas mais fáceis do projeto.

Acreditamos que a metodologia dos projetos seja um instrumento eficaz para a inovação em sala de aula e quiçá da mudança na educação, em especial na educação pública. Defendemos que todos os docentes devam desenvolver projetos educativos concomitantemente ao ensino curricular tradicional. Os projetos têm um enorme potencial para a prototipação de produtos, o desenvolvimento de *know-how* e o compartilhamento desse conhecimento. É preciso pensar em projetos em uma visão estratégica, a longo prazo, já que um conceito, uma ideia ou um produto não saem como o esperado na sua primeira versão. Os projetos também podem ser ótimas maneiras de sair da rotina da sala de aula e movimentar a comunidade escolar.

Na sala de aula da educação básica é necessário mais do que nunca pensar em prototipagem de produtos. Tanto a escola como a infância, a adolescência e a juventude são espaços e tempos de experiências.

Os custos com projetos baseados em *hobbies* podem ser elevados, mas apostamos na filosofia do DIY, na produção de materiais a partir de reciclagem de produtos, ou outras maneiras de baratear o acesso a esses itens em educação. De qualquer forma, existe um enorme potencial em utilização de passatempos na educação básica, praticamente inexplorado no ensino.

Nosso objetivo, enfim, era antes de tudo, unir a História e a Ciência, a partir da reflexão sobre o passado, com ações no presente, com vistas à intervenção no futuro. Como afirma Rüsen (2011), a história pode e deve ser o lugar do utópico, da transgressão da experiência e, claro, de um final feliz. Em nível local sabemos que a maioria das pequenas cidades brasileiras possuem uma cultura histórica, mas muitas

não possuem histórias escritas, museus, bens patrimoniais inventariados e tombados, monumentos comemorativos, etc. Isso impacta na própria identidade local que prejudica, por sua vez, o próprio desenvolvimento das comunidades e do pleno desenvolvimento da cidadania, já que os moradores não se sentem parte daquela comunidade.

Admitimos que muitas de nossas ações deram erradas, mas acreditamos que é possível sempre aprender com os erros, melhorar e quem sabe alcançar o sucesso.

CAPÍTULO 5 – PROJETO DE UMA EXPOSIÇÃO ITINERANTE DE METEORITOS

Como parte propositiva deste trabalho, sugerimos a organização de uma exposição itinerante de meteoritos, bem como fornecermos alguns subsídios para os docentes que desejem organizar exposições itinerantes de outras temáticas. Esta proposta está baseada em nossa experiência e na realização de um projeto cujos passos e resultados apresentei no subcapítulo 4.3. De modo a facilitar a sua leitura, vou reproduzir as imagens que já apresentei acima. Para o leitor desavisado que caiu diretamente neste capítulo, gostaria de sugerir a sua leitura com a apresentação de minhas experiências na realização desse projeto descritas no capítulo anterior. Realçamos o imenso potencial das exposições itinerantes para a educação científica dos estudantes e da população em geral, e mesmo para a iniciação histórico-científica de crianças e adolescentes. Também relembramos a possibilidade de professores e alunos integrarem essas ações em eventos como a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia e outros eventos científicos. A História, na forma de História da Ciência e da Tecnologia, possui um potencial praticamente inexplorado nesse segmento, o que deveria ser aproveitado pelos docentes, futuros professores, discentes e entusiastas na área. Esse potencial inexplorado é confirmado pela raridade de trabalhos realizados com essa temática no âmbito do próprio ProfHistória.

Dessa forma, trazemos algumas sugestões metodológicas de como reproduzir o *Hall dos Meteoritos* em sala de aula com os estudantes, passo a passo. O interessante é que professores e estudantes criem uma identidade para seus projetos, mesmo que seja nomeando o projeto com um nome criativo, como fizemos com a nossa exposição itinerante “*Hall dos Meteoritos*”.

Como a Meteorítica é uma ciência no qual seus objetos do conhecimento estão dispersos pelo currículo da educação básica, propomos uma integração entre disciplinas das ciências humanas e sociais aplicadas e ciências da natureza e suas tecnologias. De acordo com a BNCC, no ensino médio, a História da Ciência se adequa com a competência específica 1 das ciências humanas e sociais aplicadas e com as competências específicas 2 e 3 das ciências da natureza e suas tecnologias.

Nesse caso, sugerimos uma sequência didática distribuída em cinco atividades práticas, com carga horária variável. A atividade prática 1 corresponde à elaboração dos painéis expositivos a partir de um *template* previamente elaborado pelo docente,

com carga horária mínima de 6 horas-aulas. A atividade prática 2 corresponde à seleção, aquisição e preparação de meteoritos e impactitos para a exposição com carga horária de 2 horas-aulas. A atividade prática 3 corresponde à preparação de objetos da natureza ou da cultura material para serem impressos com auxílio de impressora e impressora 3D, distribuídos em 2 horas-aulas. A atividade prática 4 corresponde à montagem de uma estação de câmeras de monitoramento vinculadas a rede BRAMON ou EXOSS com carga horária mínima de 4 horas-aula. E, por fim, a atividade prática 5 corresponde à culminância e à exposição de meteoritos propriamente dita para o público distribuídos em 4 horas-aula. A partir da estimativa de horas-aulas é possível que o professor adeque o planejamento escolar para alcançar melhores resultados, bem como eficiência e eficácia.

É importante também destacar que para organização de uma exposição itinerante de meteoritos é necessário adquirir materiais para a exposição. Para isso, é preciso planejamento e negociação de verba para a compra dos materiais a serem obtidas junto à direção escolar ou a órgãos públicos de fomento que possam construir interfaces que são muito promissoras tanto para a escola, quanto ao governo, mas também para a própria comunidade escolar em geral e ao próprio município. Essas interfaces entre o poder público fortalecem a educação básica e estimulam o ensino-aprendizagem na comunidade.³⁸²

Assim, sugerimos algumas atividades práticas de natureza interdisciplinar que podem ser utilizadas por docentes em todo o Brasil que queiram criar uma exposição itinerante de meteoritos descrevendo os objetivos, as competências, as habilidades, os materiais didáticos necessários e a metodologia passo-a-passo para a sua execução.

Objetivos

Objetivo geral

³⁸² O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) fornecem todos os anos ajuda de custo para docentes que desejem organizar feiras de ciências e mesmo ações na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia em suas comunidades escolares. Para isto, basta o professor conhecer o edital da chamada, se atentar aos prazos e escrever uma proposta. Após a realização da ação é preciso elaborar um relatório e a prestação de contas. Na realização de compras no setor público é preciso emissão de nota fiscal e realizar compras de acordo com os preços praticados no mercado. Gostaríamos de encorajar os professores da educação básica a participarem dessas ações pelo seu impacto pedagógico, já que os docentes e discentes podem realizar uma verdadeira imersão no conhecimento em suas escolas, além de contribuírem para a democratização e o acesso a ciência e a tecnologia em suas comunidades.

Organizar uma exposição itinerante de meteoritos com elaboração de painéis expositivos; seleção de materiais expositivos como meteoritos e impactitos; reprodução de objetos da cultura material relacionados à cultura dos meteoritos; e exibição de câmeras de monitoramento de meteoros e vídeos sobre capturas de estrelas cadentes.

Objetivos específicos

Estimular a curiosidade científica da população em geral relacionadas ao universo dos meteoritos.

Inserir a disciplina escolar História, por meio da História da Ciência, na Semana Nacional de Ciência e Tecnologia.

Criar projetos de História da Ciência que estimulem a educação científica da população em espaços formais e não-formais de ensino.

Integrar as disciplinas de ciências humanas e sociais aplicadas (CHS) e as ciências da natureza e suas tecnologias (CNT) em projetos educativos.

Organizar um *kit* didático de meteoritos e impactitos como material de apoio no ensino-aprendizagem.

Disseminar a cultura dos meteoritos e exposições de meteoritos em projetos de iniciação científica e ciência cidadã (*citizen science*).

Organizar exposições itinerantes de meteoritos como forma de reparação histórica, divulgação científica e popularização científica.

Adquirir meteoritos históricos vinculados à história local como forma de conhecimento histórico ou como expôr da riqueza histórica da localidade ligada à ciência e à tecnologia.

Expor meteoritos em comunidades rurais como forma de recuperação de futuros meteoritos.

Semear projetos de exposições itinerantes de meteoritos pelo país, como forma de popularização da ciência meteorítica.

Competências gerais

1. Valorizar e utilizar os conhecimentos historicamente construídos sobre o mundo físico, social, cultural e digital para entender e explicar a realidade, continuar

aprendendo e colaborar para a construção de uma sociedade justa, democrática e inclusiva.

2. Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas.

4. Utilizar diferentes linguagens – verbal (oral ou visual-motora, como Libras, e escrita), corporal, visual, sonora e digital –, bem como conhecimentos das linguagens artística, matemática e científica, para se expressar e partilhar informações, experiências, ideias e sentimentos em diferentes contextos e produzir sentidos que levem ao entendimento mútuo.

5. Compreender, utilizar e criar tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais (incluindo as escolares) para se comunicar, acessar e disseminar informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

Competências específicas

Competências específicas de ciências humanas e sociais aplicadas para o ensino médio

1. Analisar processos políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais nos âmbitos local, regional, nacional e mundial em diferentes tempos, a partir da pluralidade de procedimentos epistemológicos, científicos e tecnológicos, de modo a compreender e posicionar-se criticamente em relação a eles, considerando diferentes pontos de vista e tomando decisões baseadas em argumentos e fontes de natureza científica.

Competências específicas de ciências da natureza e suas tecnologias para o ensino médio

2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a

evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.

3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Habilidades

(EM13CHS101) Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.

(EM13CHS103) Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros).

(EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

(EM13CHS106) Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Disciplinas Escolares: as disciplinas escolares envolvidas na criação de uma exposição itinerante de meteoritos correspondem a disciplinas das ciências humanas e sociais aplicadas (História, Geografia) e das ciências da natureza e suas tecnologias (Física, Química, Biologia) e podem ser utilizadas de forma disciplinar, interdisciplinar, transdisciplinar ou transversal.

5.1 Atividade prática 1: painéis sobre meteoritos

Introdução

Inicialmente, é preciso afirmar que toda exposição necessita de uma peça escrita ou uma peça gráfica, feita de forma analógica ou digital, para ser exposta ao público. Em primeiro lugar, para chamar a atenção do público e, em segundo lugar, como uma forma de construção do conhecimento e de sua transmissão para o público. Por fim, realçamos também uma terceira vantagem que é a própria preparação prévia do(s) estudante(s) para a exposição além de aprender a lidar com as TDICs. Nossa proposta é que os docentes estimulem os estudantes a准备em seus próprios materiais expositivos para serem impressos em uma gráfica assim como é feito no meio universitário. Nesse caso, realçamos o papel preponderante dessa atividade prática para a iniciação científica. Seria interessante produzir peças gráficas digitais que serão impressas para serem reaproveitáveis para os alunos menores, já que

peças impressas em materiais como lona podem durar anos e serem reutilizados em outros contextos pelos docentes, discentes e comunidades escolares seja para decorar a própria sala ambiente, mas também como estímulo para ser exibida na escola aos discentes para desenvolver novos projetos educativos na comunidade escolar.

Objetivo

Pesquisar a história de um meteorito encontrado próximo da sua localidade ou no seu Estado e sistematizar os resultados criando uma peça gráfica digital (pôster, *banner*, *banner* acadêmico, fólder, apresentação de *slides*, painel, *card*, *post*) para postagem nas redes sociais, impressão e apresentação na escola.

Habilidades

(EM13CHS101) Identificar, analisar e comparar diferentes fontes e narrativas expressas em diversas linguagens, com vistas à compreensão de ideias filosóficas e de processos e eventos históricos, geográficos, políticos, econômicos, sociais, ambientais e culturais.

(EM13CHS103) Elaborar hipóteses, selecionar evidências e compor argumentos relativos a processos políticos, econômicos, sociais, ambientais, culturais e epistemológicos, com base na sistematização de dados e informações de diversas naturezas (expressões artísticas, textos filosóficos e sociológicos, documentos históricos e geográficos, gráficos, mapas, tabelas, tradições orais, entre outros).

(EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

(EM13CHS106) Utilizar as linguagens cartográfica, gráfica e iconográfica, diferentes gêneros textuais e tecnologias digitais de informação e comunicação de forma crítica, significativa, reflexiva e ética nas diversas práticas sociais, incluindo as escolares, para se comunicar, acessar e difundir informações, produzir conhecimentos, resolver problemas e exercer protagonismo e autoria na vida pessoal e coletiva.

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Materiais Didáticos

Smartphone. Chromebook, Computador, Notebook; Mouse; Laboratório de Informática ou Laboratório Móvel; Wi-fi; Biblioteca Escolar, Livros e E-books; Pacote Office, Pacote Adobe Creative; Softwares e Apps: PowerPoint, Canva, Prezi, InDesign; Impressora; Papel e Papel Quadriculado.

Metodologia

Para produzir uma peça gráfica com os estudantes em sala de aula sugerimos as seguintes etapas e destacamos algumas especificidades relacionadas à produção de conteúdo sobre a temática meteoritos.

- 1) Definição do tema e dos subtemas da pesquisa.
- 2) *Design* de um *template* que será utilizado como modelo geral. Sugerimos modificar modelos prontos disponíveis no próprio PowerPoint, Prezi, Canva ou Slide GO. O tamanho do documento pode ser o de um *banner* acadêmico ou científico padrão, ou seja, de 60 x 90 cm ou 90 x 120 cm. Enfatizamos que o tamanho do *template* pode ser adequado ao interesse do docente ou conforme o projeto a ser desenvolvido. No *design* editorial existem padrões estandardizadas para cada peça gráfica no qual as dimensões podem ser encontradas facilmente na *internet*. De qualquer forma, é importante se atentar a sangria, ou seja, as margens que são

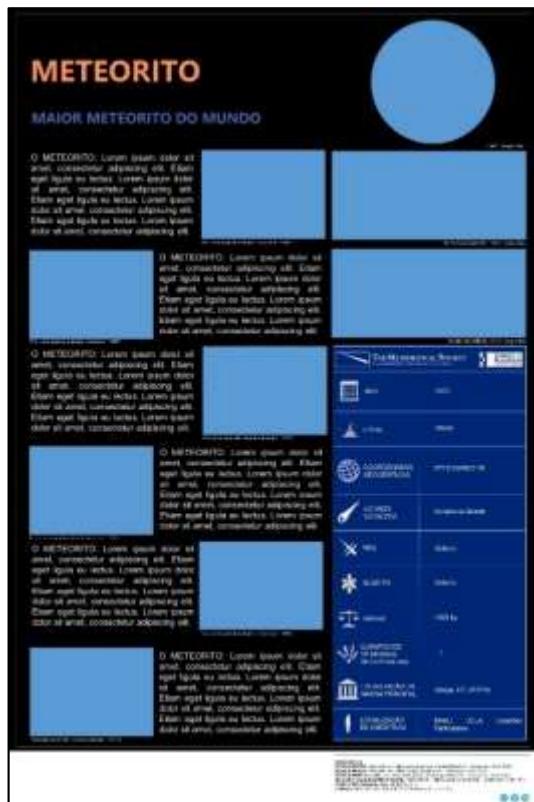
utilizadas pelas gráficas para corte de materiais impressos na impressão, portanto, é preciso respeitar os espaços que serão utilizados para tal finalidade no *template*. No nosso caso, utilizamos um *template* dividido em quatro partes: título e subtítulo; localização; tabela com dados sobre o meteorito retirados do *Meteoritical Bulletin*; e texto principal com imagens que ilustravam a história do meteorito.

O *template* é um modelo, um molde, um padrão. Reconhecemos que, talvez, a parte mais difícil da organização de uma exposição seja a elaboração de um *template* totalmente do zero. No entanto, recomendamos se inspirar em peças gráficas já prontas ou experimentar na prática a sua produção. Uma boa indicação é acessar modelos prontos no site *Slide Go*. A produção do *template* deve ser sempre elaborada pelo docente, o que facilita na sua padronização e harmonização estética, e mesmo, juntamente com as rubricas, na própria correção da atividade de aprendizagem. Com o *template* em mãos, basta levar os estudantes para o laboratório de informática ou levar até a sala de aula o laboratório móvel de informática. Assim, distribui-se os temas específicos para que os alunos ou grupo de estudantes possam desenvolver de forma individualizada ou coletiva as suas respectivas partes do trabalho.

O nosso *template* (imagem 34) foi feito a partir do *PowerPoint* com o uso de alguns truques simples para alcançar um belo efeito estético. Medindo 60 cm de comprimento por 90 cm de altura, com o fundo preto e uma pequena faixa branca de 6 cm por 60 cm na parte inferior. Utilizando a ferramenta formas, colocamos quadrados, retângulos e círculos em áreas da peça gráfica que seriam posteriormente preenchidas com figuras e ilustrações. Abaixo das formas geométricas também foram colocadas as legendas, com objetivo de referênciação e o devido crédito da fonte iconográfica. As referências completas de todas as obras consultadas foram colocadas na faixa branca na parte inferior, que além de gerar um contraste, também dá credibilidade ao trabalho realizado pelo docente e discentes. Outra ferramenta utilizada foi a de remover plano de fundo da imagem, dando destaque para algumas imagens, como fizemos com a imagem da Terra obtida do *Google Earth*. Para facilitar a comunicação visual, outro truque utilizado foi colocar ao lado de textos ícones chamativos que possam representá-los e mesmo substituí-los, como por exemplo, utilizamos uma balança para se referir a massa, uma fachada de um museu para se referir a uma instituição museal, uma folhinha para se referir a uma data específica, etc. Já em relação ao uso das cores e das fontes bastou seguir os conhecimentos

básicos obtidos na própria educação artística seguindo as cores das imagens de acordo com o espectro cromático ou mesmo ir fuçando até alcançar a harmonia visual desejada.

IMAGEM 34 – EXEMPLO DE UM TEMPLATE PARA UTILIZAR EM SALA DE AULA



Fonte: O Autor, 2023.

Lembramos que esse modelo pode ser modificado ou o docente pode optar por outros padrões, sem prejuízo para o trabalho final. Realçamos que a padronização cria uma harmonia expositiva que “enche os olhos” do público.

3) Distribuição dos temas e subtemas para os estudantes e ou grupos de estudantes.

4) Início do processo criativo. O processo criativo passa pelas seguintes etapas: o *brainstorming*, a pesquisa, o *visual thinking*, o *storytelling*, a mão na massa e os ajustes finais. Iniciar o processo com o *brainstorming* ou tempestade de ideias sobre o que se sabe sobre o assunto e o que é preciso pesquisar.³⁸³ Sugerimos nessa etapa entregar uma folha em branco como um rascunho para os alunos escreverem tópicos

³⁸³ Na nossa pesquisa, o tema meteoritos e meteorítica se mostraram serem bastante desconhecidos pela maioria das pessoas. Isso significa que o professor deve conhecer previamente o assunto e auxiliar os estudantes na etapa do *brainstorming*.

a serem pesquisados e também para fazerem um rascunho (*sketch*) de como ficará a peça gráfica no *template*.³⁸⁴

5) Corresponde a etapa da(s) pesquisa(s). A etapa da pesquisa pode ser dividida em pesquisa bibliográfica, pesquisa iconográfica e pesquisa audiovisual. Para essa etapa o professor precisa contar com o auxílio do laboratório móvel, a ser levado até a sala de aula, ou do laboratório de informática.

A pesquisa bibliográfica pode ser feita em inúmeros *sites* e pode começar inicialmente pelo próprio buscador *Google* ou *Google Acadêmico*. Sobre meteoritos existem alguns *sites* importantes: o *Meteoritical Bulletin Database*³⁸⁵, o *MetBase*, a *Encyclopedia of Meteorites* e o *CoMets*. Alguns *sites* também podem conter informações sobre meteoritos³⁸⁶, assim como a *Wikipédia*³⁸⁷. Uma outra fonte rica de informações sobre meteoritos é a imprensa e as notícias podem ser acessadas pelo *Google Notícias* ou em *sites* como a Hemeroteca Digital da Biblioteca Nacional, bem como de *sites* de hemerotecas digitais estaduais e locais ou mesmo em publicações de diários da imprensa oficial ligados a União, aos Estados e aos municípios. Também indicamos a possibilidade de pesquisar em livros historiográficos e de memórias sobre a história local nas próprias bibliotecas escolares ou bibliotecas públicas municipais que eventualmente tratem de meteoros e meteoritos. Porém, na verdade, é importante lembrar que o tema pode ser pouco conhecido na própria comunidade.

Na pesquisa iconográfica sugerimos inicialmente pesquisar no *Google Imagens*, *Meteoritical Bulletin Database*, *Encyclopedia of Meteorites*, *Wikipédia* e redes sociais (Facebook, Instagram, X, etc.). É possível utilizar imagens em projetos na educação de forma livre, desde que seja dado o crédito as fontes. Por outro lado, é importante pedir autorização para o uso de imagens obtidas em redes sociais. Além dessas fontes de imagens, existem também os bancos de imagens públicos e privados, dos quais é

³⁸⁴ É importante destacar que as crianças e adolescentes preferem fazer a etapa do *brainstorming* no celular, porém a neurociência afirma que a escrita no papel é mais eficaz para o aprendizado dos estudantes em geral. E é bem mais fácil manusear uma folha de papel já que o celular pode ficar livre para ser usado para pesquisar outros temas relacionados na etapa da pesquisa.

³⁸⁵ A maioria dos *sites* sobre os meteoritos estão em língua inglesa, mas são fáceis de traduzir com as ferramentas disponibilizadas pelos navegadores da *internet* ou melhor ainda seria trabalhar em parceria com o(a) professor(a) de inglês da escola.

³⁸⁶ Algumas fontes de pesquisa podem não ter informação alguma sobre meteoritos como por exemplo, as encyclopédias impressas, os livros da biblioteca escolar e mesmo os *sites* que focam em história local, como o IBGE Cidades.

³⁸⁷ Para uma boa pesquisa escolar utilize sempre quatro fontes de pesquisa como encyclopédia; *Wikipédia*; livros didáticos e paradidáticos; produções acadêmicas profissionais e técnicas; artigos científicos; revistas populares ou acadêmicas; dicionários, etc. A *Wikipédia* pode e deve ser utilizada como fonte de pesquisa, mas sempre apoiada por outras fontes em conjunto.

possível encontrar fotografias ou ilustrações científicas sobre meteoritos. Entre os bancos de imagens públicos é possível citar a Brasiliiana Iconográfica e Iconografia Brasileira do Itaú. Já os bancos de imagens privados são pagos e, às vezes, dependendo do projeto, é possível adquirir a licença de uso da imagem. Um outro ponto, é pesquisar artistas locais e mesmo exposição de artistas locais em pracinhas que podem eventualmente terem produzido alguma obra de arte sobre a história local relacionada aos meteoritos. Uma dica importante é que para a peça gráfica se destacar é preciso selecionar imagens de alta resolução ou *high definition* (HD). Nesse caso ao pesquisar a imagem no Google basta selecionar o guia ferramentas e o tamanho grande. Esse é um segredo básico que faz toda a diferença na composição de uma peça gráfica.

A pesquisa audiovisual pode ser feita no YouTube, TikTok, SlideShare, etc. Na pesquisa audiovisual serão selecionados apresentações de *slides* e vídeos sobre o tema, caso existam, que podem ser exibidos durante a apresentação do tema de pesquisa para a comunidade.

Após a conclusão dessa etapa, o rascunho terá bastante informação textual que será utilizada na elaboração da peça gráfica.

6) Elaboração da peça gráfica: no preenchimento do *template* é preciso pensar em dois processos o *visual thinking* e o *storytelling*. *Visual thinking* é “pensar visualmente” na história, convertendo os textos em imagens. A partir da seleção das imagens na pesquisa iconográfica selecionar algumas para compor a narrativa visual. E também colocar as fotos em harmonia de cores. Já o *storytelling* corresponde a organizar a estrutura da narrativa em tópicos. É importante lembrar também que é preciso colocar as fotos em ordem cronológica e de acordo com o fio narrativo da narrativa. Por fim, essa etapa também envolve a parte técnica que corresponde a edição das imagens, como recortar e colar, maximizar ou minimizar, aplicar filtros, etc.

Na elaboração da peça gráfica e alteração do *template* sobre meteoritos sugerimos alguns caminhos. O título e subtítulo são o próprio tema e o destaque da temática para a pesquisa. Os dados de localização foram obtidos no *Meteoritical Bulletin* e os mapas e imagens de satélite foram obtidos no *Google Earth* e *Google Maps*. Nesse caso, talvez seja necessário converter coordenadas métricas (UTM) para coordenadas geográficas ou em graus, minutos e segundos (GMS), ou vice-versa, e então sugerimos um conversor UTM/GMS como o *Sunearthtools*. Também o

IBGE fornece mapas topográficos e mapas censitários que podem ser úteis. Para a confecção da tabela utilizamos dados do *Meteoritical Bulletin*.

Uma boa ideia, que pode dar certo, é o professor fazer uma peça em conjunto com a sala de aula.

7) Corresponde a etapa da escrita do texto. A etapa de escrita dos textos é a parte mais complexa da elaboração da peça gráfica, junto com a elaboração prévia do *template*.

8) Ajustes finais: para finalizar prepare um texto escrito na norma culta da língua e insira as referências no padrão da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT)³⁸⁸. Nessa etapa, é preciso relembrar a importância de citar as referências de pesquisa bibliográfica e iconográfica. Ao finalizar a peça, também é necessário citar a licença de uso e, no caso, enfatizamos o uso da atribuição da licença Creative Commons. Caso haja tempo, talvez seja possível adaptar o material com tecnologias assistivas e isso pode ser feito com apoio do AEE. Com a peça pronta, converta nos formatos JPEG (um padrão de formato de imagem)³⁸⁹ e PDF (um padrão de formato de documento portátil)³⁹⁰ para compartilhamento e impressão. O formato JPG é um formato de imagem, ideal para compartilhamento. Caso o material for impresso enviar para a gráfica em formato PDF. O arquivo do documento original, caso seja do interesse do docente e dos discentes, pode ser compartilhado e postado nas redes sociais e em sites como Slide Share, etc. O processo criativo é incrível e, após um trabalho bem feito ter sido realizado com todo o capricho, certamente que os estudantes vão querer exibi-los publicamente.

Carga Horária: 6 horas-aula. 2 horas-aula para pesquisa, 2 horas-aula para elaboração e 2 horas-aula para ajustes finos.³⁹¹

5.2 Atividade prática 2: *kit pedagógico ou didático sobre meteoritos*

Introdução

³⁸⁸ Defendemos o uso das normas da ABNT na educação básica como uma forma de iniciação científica, bem como parte essencial do ensino-aprendizagem dos estudantes.

³⁸⁹ JPEG é uma abreviação para *Joint Photographic Experts Group* corporação que criou e popularizou esse tipo de padrão de formato de imagem.

³⁹⁰ PDF é uma abreviatura para *Portable Document Format* ou Formato de Documento Portátil.

³⁹¹ Afirmamos que a carga horária indicada é suficiente para realizar um bom trabalho com os estudantes. No entanto, lembramos que os estudantes podem ter ritmos diferentes e podem demorar um pouco mais para finalizar a peça gráfica.

O objetivo é a organização de um “plantel” inicial relacionado aos meteoritos, sua natureza, ciência, história e cultura. Para uma boa coleção inicial bastam algumas amostras de meteoritos, impactitos, fulguritos, *meteorwrongs* (escória de ferro, basalto), minerais de ferro e minerais de níquel. Como as pedras de raios são protegidos por lei no Brasil, o uso de coriscos não é recomendado, e inclusive pode ser uma contravenção exibir esses objetos. Nesse caso, sugerimos a utilização de réplicas. O custo de aquisição de um “plantel” de meteoritos pode ser variável. É importante relembrar que a maioria das amostras de meteoritos são pequenas a minúsculas. Os docentes e discentes podem criar um *kit* para uso didático em sala de aula, bem como apresentação em feiras de ciências, eventos como *Campus Party*, exposições, semanas de ciência e tecnologia, etc.

Objetivo

Organizar um *kit* pedagógico ou didático sobre meteoritos, com objetos naturais e da cultura material relacionados à cultura dos meteoritos.

Habilidades

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Materiais Didáticos

Como *kit* Básico sobre meteoritos, impactitos, fulguritos e *meteorwrongs*³⁹² sugerimos que seja adquirido pelo menos uma amostra de cada um dos minerais, rochas, meteoritos ou impactitos listados a seguir: meteoritos (condrito ordinário, meteorito carbonáceo, acondrito, meteorito lunar, meteorito de Marte ou SNC, meteorito de Vesta ou HED, siderólito pallasito, siderito); impactitos, tectitos e vidros de impacto; fulguritos; minerais de ferro (pirita, hematita, hematita especularita,

³⁹² Algumas sugestões de sites de compra de meteoritos: *Meteoritos André Moutinho, Terra Brasilis Didáticos, The Naturalist*, etc.

magnetita, goethita, limonita, siderita, minérios de ferro); minerais de níquel (garnierita, pentlandita, millerita, niquelina, heazlewoodita, pirrotita, minérios de níquel): *meteorwrongs* ou mentioritos (basalto, escória de ferro³⁹³); etc. Além desses materiais sugerimos outros materiais didáticos como Escala de Mohs³⁹⁴, ímã comum, ímã de neodímio, nital, reagente³⁹⁵, caixa ou boxe organizador de acrílico para guardar as peças e etiquetas para identificação das peças.

Metodologia

- 1) Selecionar um plantel de meteoritos, impactitos, fulguritos e *meteorwrongs*. É importante lembrar que o mercado pode estar sem amostras disponíveis para determinados(as) meteoritos, rochas, minerais e minérios.
- 2) Selecionar materiais tangíveis que as crianças, adolescentes, jovens e adultos possam pegar, objetos táteis no qual possam sentir o peso, a densidade, etc. A aquisição de minérios de ferro e níquel possuem um bom custo-benefício e peças maiores que podem canalizar os olhares do público para perceberem o contraste entre as dimensões entre as rochas terrestres e as rochas espaciais.
- 3) Levar os materiais em sala de aula e com os estudantes etiquetar com uma ficha com a descrição do nome, localidade, dimensões, etc.
- 4) Caso seja interessante, é possível montar um catálogo da exposição com os estudantes em sala de aula, usando a mesma metodologia que foi utilizada para a elaboração dos painéis expositivos.

Carga Horária: 2 horas-aula

5.3 Atividade prática 3: réplicas de objetos da cultura material relacionados aos meteoritos

Introdução

³⁹³ Escória de ferro são objetos de ferro enferrujados e encontrados no campo e que geralmente são confundidos com meteoritos.

³⁹⁴ A Escala de Mohs é um *kit* de análise de minerais e rochas que possui dez minerais de acordo com a sua dureza, canivete, placa de vidro, placa de cerâmica, moeda de cobre, prego de aço, ímã, lupa, paquímetro, ácido clorídrico, etc.

³⁹⁵ O nital e o reagente podem ser usados para realização de testes em rochas para identificação de possíveis meteoritos. Lembramos que é preciso cuidado ao utilizar produtos químicos e caso sejam feitos pedir a colaboração do(a) professor(a) de química.

O objetivo é reproduzir réplicas de objetos da cultura material relacionados aos meteoritos como espadas, *kris*, pedras de raio, *omphalos*, estátuas, artefatos arqueológicos, *thokcha*, *dorje*, *vajra*, talismãs, medalhas, moedas, selos, pinturas, etc. Assim como dioramas e modelos em 3D de astroblemas.

Objetivo

Organizar uma exposição sobre Meteorítica com a utilização de meteoritos, rochas, minerais e minérios da região e objetos da cultura material associados aos meteoritos.

Habilidades

(EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Materiais

Os materiais utilizados serão: impressora; tinta para impressora; papel; impressora 3D; filamento 3D³⁹⁶.

Metodologia

- 1) Pesquise com os estudantes no site *Sketchfab* modelos em 3D de materiais relacionados a cultura dos meteoritos.
- 2) Preparar a impressora para a impressão do modelo. Caso a escola não tenha impressora 3D, os docentes e discentes podem requisitar às universidades e aos

³⁹⁶ O filamento 3D é o material utilizado nas impressoras 3D para impressão.

institutos federais para que possam realizar a impressão 3D para a comunidade escolar.

Carga Horária: 2 horas-aula. A impressão 3D pode demorar dias, portanto essa parte do trabalho está condicionada à própria complexidade do material impresso a ser exposto.

5.4 Atividade Prática 4: montagem de estação de monitoramento de meteoros vinculados a rede BRAMON ou EXOSS

Introdução

As redes BRAMON (*Brazilian Meteor Observation Network*) e EXOSS (*Exploring the Southern Sky*) são operadas a partir de estações individuais de monitoramento por amadores e se baseiam no espírito da ciência cidadã (*citizen science*). A recuperação de meteoritos não é um objetivo essencial dos dois programas. A cobertura no Brasil das redes BRAMON e EXOSS são incompletas, mas reconhecemos que as escolas podem ser locais ideais para operação de estações de monitoramento de meteoros.

Objetivo

Executar a instalação e operação de um observatório da rede BRAMON ou EXOSS a partir de um tutorial, com adaptação de uma câmera comum em uma câmera todo-o-céu conectada a um computador.

Habilidades

(EM13CNT204) Elaborar explicações, previsões e cálculos a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).

(EM13CNT205) Interpretar resultados e realizar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas noções de probabilidade e incerteza, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Materiais

Para a estação é preciso um computador³⁹⁷ conectado com uma rede *wi-fi*, uma câmera (câmera todo-o-céu ou câmera CFTV de alta sensibilidade noturna acoplado com uma lente e com caixa de proteção com vedação), equipamentos de *hardware* (placa de captura de vídeo easycap, rele fotocélula, fonte de alimentação, cabo coaxial e conector) e o *software* (UFOCapture ou OFAA).

Metodologia

- 1) Selecionar um computador da escola para ser usado como estação de monitoramento. É preferível que o computador esteja conectado à *internet*.
- 2) Adquirir o *hardware* e o *software*, a câmera de monitoramento, a lente e os cabos.
- 3) Baixar e instalar o *software* no computador.
- 4) Contratar mão-de-obra especializada ou um especialista em câmeras de monitoramento para fazer a instalação da câmera e do *hardware*.
- 5) Iniciar a operação da estação ligando durante o início da noite (hora da saída da escola) e desligando pela manhã (hora de chegada na escola).
- 6) Selecionar estudantes para verificar as capturas de vídeos e realizar a triagem dos materiais gravados pela câmera. Sugerimos o revezamento de cinco estudantes,

³⁹⁷ O computador a ser utilizado como estação de monitoramento de meteoro não precisa necessariamente ser novo.

um para cada dia da semana para facilitar o desenvolvimento do projeto e não sobrecarregar os estudantes.

- 7) Enviar para o BRAMON ou para a EXOSS os vídeos de capturas de meteoros.
- 8) Sugerimos criar com os estudantes canais nas redes sociais como o YouTube ou o Instagram para divulgar vídeos das capturas realizadas.
- 9) Criar peças gráficas, vídeos e materiais para divulgação dos projetos de ciência cidadã e amadora para outros públicos em feiras de ciências e outros eventos científicos.

Carga-Horária: 4 horas-aula. Fizemos uma estimativa de tempo para instalar uma estação de monitoramento de meteoros com auxílio de um profissional.

5.5 Atividade prática 5: culminância com exposição sobre meteoritos

Introdução

A culminância do projeto corresponde a exposição de meteoritos criando a imersão pensando nos equipamentos de áudio, de vídeo e de iluminação.

Objetivo

Organizar uma exposição sobre Meteorítica com a utilização de meteoritos, rochas, minerais e minérios da região e objetos da cultura material associados aos meteoritos com objetivo de divulgação científica, popularização científica, reparação histórica e mesmo de recuperação de futuros meteoritos.

Habilidades

(EM13CHS104) Analisar objetos e vestígios da cultura material e imaterial de modo a identificar conhecimentos, valores, crenças e práticas que caracterizam a identidade e a diversidade cultural de diferentes sociedades inseridas no tempo e no espaço.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e

comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental.

Materiais

Os materiais didáticos utilizados são: equipamentos de iluminação (fontes de luz como lanterna, lâmpadas, *ring light*, *laser*, etc.), equipamentos de áudio (caixa de som), equipamentos de vídeo (computador, *notebook*, TV, *datashow*), equipamentos de proteção (caixa expositora de vidro ou acrílico) e materiais de decoração (papel-alumínio, tecido preto ou vermelho).

Metodologia

Todas as atividades práticas descritas nessa sequência didática podem fornecer materiais a serem expostos em uma exposição sobre meteoritos e Meteorítica. Mas consideramos importante os painéis; os meteoritos, os impactitos, os fulguritos e os *meteorwrongs*; e as réplicas de objetos da cultura material.

- 1) Fixar os painéis nas paredes.
- 2) Organizar as mesas para deixar os meteoritos no centro e objetos palatáveis em volta. Caso for utilizado um expositor, colocar meteoritos no expositor sobre um tecido preto ou vermelho ou papel-alumínio.
- 3) Criar a imersão utilizando equipamentos de iluminação, de áudio e de vídeo.

Carga Horária: 4 horas-aula. 2 para montagem e 2 para exposição.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa sobre os meteoritos e a ciência do seu estudo, a Meteorítica, bem como a própria Ciência, a História da Ciência e o seu ensino, identificou muitos problemas, dos quais tentamos iniciar a discussão e propor alguns caminhos, quiçá soluções para o enfrentamento dessas temáticas no Brasil.

A Meteorítica é uma ciência interdisciplinar, que possui seu objeto de estudo bem específico e que possui seus próprios problemas intrínsecos. A Meteorítica pode ser entendida como um sub-ramo da Astronomia e Geologia, e é uma ciência relacionada com a Ciência Planetária, a Ciência dos Cometas e a Ciência dos Asteroides. De fato, a ciência ainda não consegue trazer uma correlação completa entre os asteroides, os meteoros, as chuvas de meteoros e os cometas, admitindo que há certas lacunas em seus estudos.

No caso brasileiro, foi possível identificar que não foram estudadas as assinaturas isotópicas de todos os meteoritos brasileiros em suas quatro datações geocronológicas, especialmente a sua quarta datação ou *Terrestrial Age*. Admitimos que existem enormes dificuldades para a realização de tal proeza científica no país, já que os meteoritos brasileiros estão dispersos pelo mundo, seja na Cidade do Vaticano, na Sérvia ou na Nova Zelândia, etc. Muitos desses meteoritos sequer são conhecidos plenamente pela ciência nacional.

Ao longo da pesquisa também foi uma surpresa descobrir que muitos dos(as) historiadores(as) ainda não consideram a ciência como um domínio do saber pertencente ao campo da História. Como uma ciência particular, a Meteorítica, é um tema novo, inédito, que nunca foi trabalhado na historiografia brasileira pela corporação dos(as) historiadores(as). Nossa objetivo foi iniciar essa discussão, tentando não cair nos extremos do cientificismo ou do diletantismo, ao mesmo tempo que, trazer algumas contribuições da história para a construção dessa ciência particular. Afirmamos também que, em relação à História da Ciência, grande parte da corporação de historiadores estejam enclausurados em uma Torre de Marfim, e que a “novidade” do tema tenha causado certo pirronismo. De qualquer forma, temas novos causam ceticismo, e nosso objetivo foi enfrentar esse problema, aceitando o desafio e iniciando a discussão, tentando dosar a literatura, e defender as ricas potencialidades da História da Ciência como objeto de ensino de História. Nossa

pesquisa empírica em sala de aula demonstrou que existe interesse dos discentes pelo objeto representado pela História da Ciência, ao mesmo tempo que, reconhecemos o quanto as ciências particulares podem enriquecer o ensino de História, ampliando os horizontes educativos de forma interdisciplinar.

Ao longo da pesquisa procuramos convidar historiadores e historiadoras a escreverem sobre a ciência, mesmo sabendo que nós já fazemos isso, ao teorizarmos sobre a história, uma ciência particular. E defendemos aqui que a história do conhecimento, ou como definiu Burke “a história da verdade”, é um objeto de estudo fantástico e com enorme potencial a ser explorado (BURKE, 2003: 15). Essas potencialidades referem-se ao campo pouco explorado pelos historiadores, que representa um novo tesouro a ser desenterrado nos arquivos, pois foi constatada a existência de um manancial de fontes a serem exploradas futuramente pelos historiadores(as). E fica o convite, é hora de nós historiadores(as) também escrevermos sobre Ciência e o seu ensino.

É importante mencionar que ao longo dessa pesquisa, exatamente no meio dela, aconteceu um importante revés relacionado à forma da escrita da história da ciência. Foi constatada a existência de uma morfologia historiográfica das histórias das ciências que são escritas com um viés nacionalista. Essa constatação nos remete à uma necessidade de um *spatial turn* na História da Ciência. A Ciência é uma construção coletiva milenar que envolveu no passado e envolve atualmente milhões de pessoas, em diferentes espaços e tempos. Mas o modo que ela vem sendo escrita é dominada pelos vieses nacionalista, imperialista, ufanista, triunfalista, ocidental. Assim, talvez seja a hora de escrevermos sobre História da Ciência com novas perspectivas, como o global, o decolonial, o local e o micro-histórico.

Também foi constatada que a História é, antes de tudo, a História da *híbris* humana, e do seu triunfalismo predatório sobre a natureza, a ponto de nos apartarem da própria natureza. Nesse caso, é preciso que a História possa adquirir uma perspectiva holística, que possa ser capaz de resgatar as nossas origens evolutivas, como caçadores, e que assim possamos readquirir a consciência cósmica, natural ou ecológica, que foi perdida em algum momento da História da nossa civilização ou sociedade, e nesse caso, reconhecendo que a história também pode contribuir com esse resgate, refletindo sobre essas concepções. De certa forma, dado à crença na criação exclusiva, não nos sentimos parte da natureza e de que somos parte da

formação, da evolução e das transformações cósmicas, geológicas e históricas do planeta. De certa forma, esse desprezo pela natureza contribui para que coisifiquemos e instrumentalizemos seus componentes, o que tem contribuído para novas desigualdades e para a própria infelicidade do ser humano.

Um outro ponto importante da pesquisa foi a percepção da necessidade de desenvolvermos novas metodologias e técnicas para o estudo das redes sociais como fonte de pesquisa.

A pesquisa também conseguiu identificar alguns dos principais problemas relacionados à patrimonialização dos locais relacionados aos meteoritos no país. As iniciativas de patrimonialização dos locais relacionados aos meteoritos estão restritas às crateras de impacto e ao sítio do achado do meteorito Bendegó. Porém, existem outros locais no país com enorme potencial a serem explorados, seja em nível local, regional ou nacional, como os campos de dispersão, os sítios históricos e científicos meteoríticos, e mesmo os “buracos” e as crateras de pequenas dimensões onde foram encontrados alguns meteoritos brasileiros. Acreditamos que futuras pesquisas podem enriquecer o debate sobre a necessidade, ou não, da patrimonialização desses espaços. Desse modo, admitimos a dificuldade operacional na atualidade de exploração turística e educacional desses espaços, em um país em que a ciência se desenvolveu com relativo atraso e que não é um *corpus sapiencial* tão valorizado, popularizado, e disseminado na sociedade.

Os meteoritos são objetos naturais que enfrentam inúmeros problemas relacionados à sua comercialização, musealização e salvaguarda no país. Inexiste uma legislação específica sobre a propriedade de meteoritos no país, e as iniciativas para sua regulamentação são autoritárias, e mesmo tendem a criminalizar as pessoas que os encontram, comercializam ou mesmo o transportam de um local para outro. Nesse caso é preciso superar essa mentalidade colonizada – punitivista e criminalizadora - de parte dos brasileiros que com a possibilidade de regulamentação do setor meteorítico com leis de propriedade estatal dos meteoritos pode, por sua vez, favorecer indiretamente a criminalidade, como o contrabando e o descaminho. O país talvez deveria regulamentar uma legislação progressista sobre os meteoritos, de uma forma mais benéfica para os entes envolvidos na musealização de meteoritos como os descobridores, os cientistas e os responsáveis pela sua salvaguarda. Talvez uma política pública que incentivasse as pessoas a entregarem os meteoritos aos museus

e que possam ser expostos ao público, aliado à existência de um fundo nacional de conservação dos meteoritos encontrados no país, seriam favoráveis a ciência, a cultura e a sociedade brasileira como um todo.

Em relação ao ensino, reconhecemos que existem certas dificuldades de operacionalização da BNCC e da interdisciplinaridade no dia-a-dia da sala de aula. A prática da interdisciplinaridade é um desafio constante para docentes em seus diversos contextos educacionais, devido a políticas públicas que favorecem a regência em sala de aula e não os encontros de planejamento entre os docentes de diversas ciências particulares escolares. O ensino de história local ou regional é pouco relevante no sistema educacional nacional que possui um sistema avaliativo que prioriza os conhecimentos em escala nacional ou mesmo com foco nos grandes centros hegemônicos do país. No entanto, reconhecemos que as histórias local e regional são importantes em escala local e que podem ressignificar o ensino, pois podem propiciar oportunidades de intervenção local pelos docentes e discentes nos problemas enfrentados pelas comunidades.

A temática sobre a História da Meteorítica e de seus objetos de estudo e ensino, os meteoros e os meteoritos, também são temas dispersos nos currículos oficiais, o que demandaria a necessidade de inovar, criar novas metodologias para a mediação didática para a utilização desse objeto do conhecimento no ensino. Nossa proposta encontrou na metodologia dos projetos uma alternativa viável, até mesmo interessante e enriquecedora no ensino, que pode ser útil para a prototipagem de novos produtos educacionais, além de atrair a plena atenção dos estudantes. Defendemos que todos os docentes possam desenvolver seus próprios projetos educacionais, concomitantemente ao ensino curricular tradicional, pois essa metodologia ativa favorece a criatividade do docente e estimula os discentes a procurarem novas soluções para os problemas existentes.

A partir do nosso referencial teórico foi possível experimentar de forma criativa, inovadora e interdisciplinar a nossa propositiva de ensino, e a partir de uma curiosidade local como poderíamos explorá-la em sala de aula em todas as suas potencialidades, e no qual foi possível refletir sobre como um fato local pode ser instigante para estimular os estudantes a aprenderem mais sobre a Ciência e sua história.

A História dos Meteoritos Campinorte e Uruaçu ainda permanece em aberto. Em relação ao Meteorito Campinorte, nem tudo foi dito ou esclarecido. Sua classificação como siderito desagrupado indica que é um tipo peculiar de meteorito e que o corpo parental relacionado a ele ainda permanece desconhecido. Em relação ao Meteorito Uruaçu, o “Campo do Céu Brasileiro”, sua massa principal ainda permanece com sua localização desconhecida, e ao que tudo indica, em breve poderá ser expatriado do país e vendido a algum colecionador estrangeiro.

O tema meteoritos se mostrou bastante atraente para os estudantes. Existe um enorme potencial que pode e deve ser explorado pelos docentes. Foi muito surpreendente, ao longo da pesquisa, descobrir o quanto os meteoritos podem ser atrativos e possuem elevado valor histórico, plástico, mítico, científico, educativo, etc. Os meteoritos, de fato, despertam a imaginação. São objetos naturais instigantes e de alto valor estético. As diferentes ideias sobre fenômenos meteoríticos, ao longo da história, despertaram *insights* que foram capazes de resolver o quebra-cabeças, pelo menos em parte, da enigmática história da formação do nosso Sistema Solar e a refletir sobre o espanto que nós seres humanos ainda sentimos quando observarmos o firmamento em uma noite estrelada, especialmente quando um meteoro rasga o céu.

Acreditamos que o Brasil, como um todo, precisa valorizar mais a natureza, a ciência e a história. Em nível local, a pesquisa mostrou que a Ciência e a História são conhecimentos pouco disseminados na sociedade. Isso significa que é preciso descentralizar a produção científica e repensar a sua acessibilidade em nível local. Essa realidade impacta diretamente na própria construção da identidade dos cidadãos em nível local, o que prejudica o pleno desenvolvimento dessas comunidades. Assim, reconhecemos o papel-chave que a educação, a ciência e a tecnologia possuem para o desenvolvimento socioeconômico e sustentável a longo prazo das comunidades, e que é preciso fomentar iniciativas locais que tornem a ciência acessível aos municípios brasileiros e as comunidades rurais. A beleza do nosso céu está estampada nos nossos símbolos cívicos e são uma marca da nossa identidade nacional: como os fenômenos celestes podem conectar identidades locais ao cosmos?

Meteoritos são rochas “extraordinárias”; podemos afirmar que eles contam histórias: a história da formação do Sistema Solar; a história dos seus corpos

parentais, impactos e ricochetes; a história da sua exposição aos raios cósmicos no espaço; a história da sua queda ou do seu achado; as micro-histórias locais e toda a semântica fenomenológica e instrumental que desperta nos indivíduos e nas comunidades; a história da construção do conhecimento científico, seja na forma das ideias cumulativas sobre a natureza epistemológica sobre os meteoritos ou na forma de como as pessoas e instituições estão envolvidas na sua caça, coleta, inventariação, estudo, preservação, monumentalização, patrimonialização, musealização, curadoria e exposição desses materiais. Os meteoritos são cápsulas do tempo, que possuem dentro de si verdadeiros relógios cósmicos, que carregam essas histórias e que precisam ser recuperadas.

Destarte, devemos reconhecer como o “Paradoxo de Olbers” influenciou profundamente a nossa espécie, legando-nos a perplexidade. É preciso relembrar ao longo da história da importância do lugar ermo para o desenvolvimento sapiencial da nossa espécie. A natureza é o local do sagrado, do espanto, do saber. Grandes religiões, a filosofia e a ciência nasceram do contato direto do ser humano com o cosmos. Foi observando os astros que os humanos inventaram os grandes sistemas de conhecimento, como a religião e a filosofia. Observar o céu - e os seus fenômenos - , é um convite à contemplação, ao filosofar, ao contar e ao ouvir histórias.

Essas tradições de observação das estrelas, de contemplação do firmamento, e da narração de histórias cada vez mais estão se perdendo, talvez para sempre. No limiar do século XXI, assistimos o avanço inexorável da urbanização e da poluição visual provocada pelas luzes artificiais das cidades, que de certa forma, nos desumaniza, ao nos afastar de nossas verdadeiras origens cósmicas, naturais, evolutivas - e até mesmo sobrenaturais. Será que a vida urbana moderna pós-industrial está nos afastando e nos alienando de nossas origens venatórias?

Assim acreditamos que é preciso repensar o nicho da nossa espécie como parte integrante da natureza e de sua entropia, para que assim possamos readquirir a nossa consciência cósmica.

REFERÊNCIAS

Fontes

Meteoritical Bulletin

GARVIE, Laurence A. J. The Meteoritical Bulletin, Nº. 99, April, 2012. ***Meteoritics & Planetary Science***, Tempe, v. 47, n. 11, p. E1-E52, 2012.

RUSSELL, Sara S., ZIPFEL, Jutta, GROSSMAN, Jeffrey N., & GRADY, Monica M. The Meteoritical Bulletin, Nº. 86, July, 2002. ***Meteoritics & Planetary Science***, Tempe, v. 37, n.S5, Supplement, p. A157-A184, 2002.

Imprensa

ABREU, Lucas. UFRJ faz Campanha para Compra de Meteorito Raro. ***ADUFRJ***, Rio de Janeiro, 08/01/2021. Disponível em: <<https://adufrj.org.br/index.php/pt-br/noticias/arquivo/80-atual/3516-ufrj-faz-campanha-para-compra-de-meteorito-raro>>. Acesso em: 25 out. 2023.

ALVES, Renato. Fazendeiro que Achou Meteorito Confessa que Teme por Sua Vida. ***Correio Braziliense***, Brasília, 14/11/2008. Cidades. Disponível em: <https://www.correobraziliense.com.br/app/noticia/cidades/2008/11/14/interna_cidade_48555/fazendeiro-que-achou-meteorito-confessa-que-teve-por-sua-vida.shtml>. Acesso em: 02 dez. 2022.

_____. Meteorito Encontrado a Cerca de 300 km de Brasília Continua Inacessível. ***Correio Braziliense***, Brasília, 13/11/2008. Cidades. Disponível em: <https://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=028274_05&pasta=ano%20200&pesq=&pagfis=208150>. Acesso em: 02 dez. 2022.

_____. Meteorito é Mantido em Segredo. ***Correio Braziliense***, Brasília, 03/03/2013. Cidades. Disponível em: <https://memoria.bn.br/DocReader/DocReader.aspx?bib=028274_06&Pesq=meteorito&pagfis=107892>. Acesso em: 02 out. 2023.

_____. Meteorito Escondido em Fazenda. ***Correio Braziliense***, Brasília, 12/11/2008. Cidades. Disponível em: <https://memoria.bn.br/DocReader/docreader.aspx?bib=028274_05&pasta=ano%20200&pesq=&pagfis=208073>. Acesso em: 02 out. 2023.

CASTRO, Cristina Moreno de. Segundo Maior Meteorito do Brasil Pode Ser Vendido. ***Folha de São Paulo***, São Paulo, 19/11/2008. Ciência. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/ciencia/fe1911200801.htm>>. Acesso em: 02 dez. 2022.

CASTRO, Rodrigo. Pesquisadores da UFRJ Buscam R\$ 400 mil para Comprar 3º Maior Meteorito do Brasil. ***Época***, Rio de Janeiro, 05/01/2021. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/epoca/brasil/pesquisadores-da-ufrj-buscam-400-mil-para-comprar-3-maior-meteorito-do-brasil-24822979>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

COUTINHO, Sidney Rodrigues. UFRJ tem os Três Maiores Meteoritos do Brasil. **Conexão UFRJ**, Rio de Janeiro, 13/08/2021. Meio Ambiente. Disponível em: <<https://conexao.ufrj.br/2021/08/ufrj-tem-os-tres-maiores-meteoritos-do-brasil/>>. Acesso em: 26 out. 2023.

Fazendeiro que Encontrou Meteorito em Goiás Espera Ficar Milionário. **G1**, Goiânia, 20/02/2013. Goiás. Disponível em: <<http://g1.globo.com/goias/noticia/2013/02/fazendeiro-que-encontrou-meteorito-em-goias-espera-ficar-milionario.html>>. Acesso em: 02 dez. 2022.

FIORATTI, Carolina. UFRJ Passa a Abrigar o Terceiro Maior Meteorito do Brasil. **SuperInteressante**, São Paulo, 12/08/2021. Ciência. Disponível em: <<https://super.abril.com.br/ciencia/ufrj-passa-a-abrigar-o-terceiro-maior-meteorito-do-brasil/>>. Acesso em: 02 abr. 2023.

LUZ, Diogo. Meteorito Desperta Cobica em Goiás. **Diário da Manhã**, Goiânia, 15/11/2008. Disponível em: <<https://secom.ufg.br/n/12421-meteorito-desperta-cobica-em-goias>>. Acesso em: 23 abr. 2022.

Museu da Geodiversidade da UFRJ Recebe o Terceiro Maior Meteorito do Brasil. **O Dia**, Rio de Janeiro, 11/08/2021. Disponível em: <<https://odia.ig.com.br/rio-de-janeiro/2021/08/6210656-museu-da-geodiversidade-da-ufrj-recebe-o-terceiro-maior-meteorito-do-brasil.html>>. Acesso em: 27 set. 2023.

NAÍSA, Letícia. Rocha de 4,5 bi de Anos: Museu da UFRJ Compra 3º Maior Meteorito do Brasil. **Tilt UOL**, São Paulo, 12/08/2021. Disponível em: <<https://www.uol.com.br/tilt/noticias/redacao/2021/08/12/e-do-brasil-museu-da-ufrj-compra-terceiro-maior-meteorito-do-pais.htm?cmpid=copiaecola>>. Acesso em: 02 abr. 2022.

SALLES, Stéfano. UFRJ quer Arrecadar R\$ 400 Mil Para Comprar Terceiro Maior Meteorito do Brasil. **CNN Brasil**, Rio de Janeiro, 29/12/2020. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/ufrj-quer-arrecadar-r-400-mil-para-comprar-terceiro-maior-meteorito-do-brasil/>>. Acesso em: 02 dez. 2022.

VENTURA, Giulia. Vaquinha Astronômica: por R\$ 365 mil, UFRJ Passa a ter 3º Maior Meteorito do País. **Metrópoles**, Brasília, 13/08/2021. Brasil. Disponível em: <<https://www.metropoles.com/brasil/vaquinhaastronomica-por-r-365-mil-ufrj-passa-ater-3-maior-meteorito-do-pais>>. Acesso em: 24 set. 2023.

Mapas

IBGE. **Mapa Municipal Estatístico Campinorte**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/mapas_para_fins_de_levantamentos_e_statisticos/censo_demografico_2010/mapas_municipais_estatisticos/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

_____. **Mapa Municipal Estatístico Niquelândia**. 2010. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/downloads-geociencias.html?caminho=cartas_e_mapas/mapas_para_fins_de_levantamentos_e>

[statisticos/censo_demografico_2010/mapas_municipais_estatisticos/](https://www.ibge.gov.br/censo_demografico_2010/mapas_municipais_estatisticos/). Acesso em: 08 jul. 2023.

_____. **Folha Topográfica Uruaçu.** 2016. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/cartas_e_mapas/folhas_topograficas/editoradas/escala_250mil/>. Acesso em: 08 jul. 2023.

Fontes Iconográficas e Créditos de Imagens

ADUFRJ. A UFRJ Recebeu agora pela Manhã o Terceiro Maior Meteorito do Brasil, o Campinorte. Rio de Janeiro, 12 ago. 2021. Facebook: adufrj. Disponível em: <<https://web.facebook.com/adufrj/posts/pfbid02jabKFx7V4Mh3PtKrL2FkeFWZnMeUzjZAZZmP4pdwC7TT8iCextRytGXAd88Zz4qJl>>. Acesso em: 25 out. 2023.

BUHL, Svend. Massa Principal do Meteorito Uruaçu. **Encyclopedia of Meteorites.** 2022. Disponível em: <<https://encyclopedia-of-meteorites.com/Meteorite?id=24131>>. Acesso em: 24 set. 2023.

Descubra o que Chegou, do Espaço, na UFRJ. **Juntos na Casa, Casa da Ciência, UFRJ.** 2021. Disponível em: <<https://juntosnacasadaciencia.wordpress.com/2021/08/12/descubra-o-que-chegou-do-espaco-na-ufrj/>>. Acesso em: 24 set. 2023.

Em Busca de Ets. **Ciência Hoje das Crianças**, Osasco. Disponível em: <<http://chc.letraeponto.com.br/em-busca-de-ets/>>. Acesso em: 23 abr. 2023.

Fundação Coppetec. **UFRJ Conquista Peça Rara para seu Museu da Geodiversidade - IGEO/UFRJ.** Rio de Janeiro, 13 ago. 2021. Instagram: coppetec. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/CSg50KbAbTE/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

Gabriel Barros. **Meteorito Campinorte.** Rio de Janeiro, 26 abr. 2023. Instagram: gabrielbarros_escultor. Disponível em: <<https://www.instagram.com/p/CrhHoagJ30t/>>. Acesso em: 25 out. 2023.

HARLOW, John. In Memoriam: John Wasson, 86, Cosmochemist and Co-Creator of the UCLA Meteorite Collection. **UCLA**, 15/09/2020. Disponível em: <<https://newsroom.ucla.edu/stories/in-memoriam-john-wasson-cosmochemist-and-co-creator-the-ucla-meteorite-collection>>. Acesso em: 24 set. 2023.

Meteoríticas. **O 3º Maior Meteorito do Brasil Chegou na UFRJ.** Rio de Janeiro, 13 ago. 2021. Facebook: meteoríticas. Disponível em: <<https://web.facebook.com/meteoríticas/posts/pfbid0Qo7WS88sEfPfkUQm1Bn9xrpyuzToBcEB4RaprV7jcQBmPx5Pihs86hNppVnyKcsAl>>. Acesso em: 25 out. 2023.

Progresso Campinorte-Goiás. **Meteorito Encontrado em Campinorte – GO.** Campinorte, 15 mar. 2013. Facebook: comunidadecampinortense. Disponível em: <<https://web.facebook.com/comunidadecampinortense/posts/pfbid0CoE5CixwfRD6JqarKY6GY91EiGTEVyUieMNXYgrbKT6dfT2kZkMpn1WMG8m7akDpl>>. Acesso em: 25 out. 2023.

Bibliografia

"Até Agora não Saiu do Papel", diz Morador de Santa Filomena sobre Implantação de Projetos após um Ano da Chuva de Meteoritos. **G1**, 19/08/2021. Petrolina e Região. Disponível em: <<https://g1.globo.com/pe/petrolina-regiao/noticia/2021/08/19/ate-agora-nao-saiu-do-papel-diz-morador-de-santa-filomena-sobre-implantacao-de-projetos-apos-um-ano-da-chuva-de-meteoritos.ghtml>>. Acesso em: 31 dez. 2023.

ALBERTI, Verena. **Manual de História Oral**. 3ª ed. rev. atual. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2013.

ALCORÃO. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/le000001.pdf>>. Acesso em: 07 out. 2023.

ALMEIDA JUNIOR, Astério Pereira de; FERRO, Flávio Ferreira. **Uma Sequência Didática Voltada para o Estudo de Asteroides e Crateras de Impacto**. 2022. 39 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ensino de Astronomia) – Unidade Acadêmica de Educação a Distância e Tecnologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

AL-SINANI, Khaled; CHACKO, Rose. Oman's Illicit Meteorite Industry Unearthed. **The New Arab**, Mascate & Londres, 28/06/2021. Culture. Disponível em: <<https://www.newarab.com/features/omans-illicit-meteorite-industry-unearthed>>. Acesso em: 13 out. 2023.

ALVES, Mirley Cristiane Mendes; PEYERL, Drielli. Meteoritos no Brasil: O Trabalho de Geocientistas, Instituições e Divulgação Científica. In: CANDEIRO, Carlos Roberto A.; MOREIRA, Suely G.; ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth; LONGHINI, Marcos; CARVALHO, Adelino A.; PERYERL, Drielli. (org.) **Exposição: Meteoritos no Pontal do Triângulo Mineiro: Ituiutaba – Uberlândia**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. p. 31-39.

AMARAL, Sério Estânlislau. Nota Preliminar sobre um Meteorito Caído no Sul de Mato Grosso. In: **Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia**, São Paulo, v.II, nº2, nov.1962. p. 5-20.

AMERICAN METEOR SOCIETY. **Meteor Terminology**. Disponível em: <<https://www.amsmeteors.org/2013/03/meteor-terminology/>>. Acesso em: 23 set. 2023.

AMÉRICO, Pedro. **Hipótese Relativa à Causa do Fenômeno Chamado Luz Zodiacial**. Bruxelas, Bélgica: [s.n.], 1869.

AQUINO, Gisela T. M.; "História da Ciência no Ensino Médio: Caminhos para uma Interdisciplinaridade Possível". **Khronos, Revista de História da Ciência**, nº4, p. 14-31. 2017. Disponível em: <<http://revistas.usp.br/khronos>>. Acesso em: 17 jan. 2024.

ARISTÓTELES. **Meteorológicos**. Lisboa: Imprensa Nacional-Casa da Moeda, 2017.

BACICH, Lilian; HOLANDA, Leandro. (orgs.). **STEAM em Sala de Aula: A Aprendizagem Baseada em Projetos Integrando Conhecimentos na Educação Básica**. Porto Alegre: Penso, 2020.

BARBOSA, Altair Sales. **Cerrado: A Constelação do Meio Dia**. Goiânia, Gráfica e Editora América, 2022.

BARBOSA, Liesly Oliveira. "A História ao Ar Livre": Monumentos Estatuários e o Ensino de História em Praça Pública. **Embornal**, v. 11, n. 22, p. 13-13, 2020.

BARROS DE CICCO, Marcelo Antonio. **Implantação de Rede de Observação de Meteoros para o Levantamento de suas Propriedades Dinâmicas e Físicas Visando à Identificação de seus Radiantes e Corpos Parentais**. 2017. 117 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Observatório Nacional / MCTI, Rio de Janeiro, 2017.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu. Algumas Propostas para Contribuir na Formação do Cidadão Crítico. In: BELTRAN, Maria Helena Roxo; TRINDADE, Laís dos Santos Pindo. (org.). **História da Ciência e Ensino: Abordagens Interdisciplinares**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2017. p. 17-42.

BENJAMIN, Walter. Brinquedo e Brincadeira: Observações sobre uma Obra Monumental. **Magia e Técnica, Arte e Política**, v. 6, p. 249-53, 1994.

_____. **Reflexões sobre o Brinquedo, a Criança e a Educação**, SP, Ed. 34, 2002.

BERTRAN, Paulo. **História de Niquelândia: do Julgado de Traíras ao Lago de Serra da Mesa** 3.ed. Brasília: Verano Editora e Comunicação, 2002.

BEVAN, A. W. R.; BINDON, Peter. Australian Aborigines and Meteorites. **Records-Western Australian Museum**, v. 18, p. 93-102, 1996.

BÍBLIA ONLINE. Disponível em: <<https://www.bibliaonline.com.br/acf>>. Acesso em: 08 out. 2023.

BILAL, Ahmad. Arab Metallurgy owes much to Meteorites Iron - A Special Regard to Damask Saber. **Natural Science**, v. 6, nº 2, 81-87, 2014. Disponível em: <https://www.scirp.org/html/7-8302307_43147.htm>. Acesso em: 21 out. 2023.

BJORKMAN, Judith Kingston. Meteors and Meteorites in the Ancient Near East. **Meteoritics**, v. 8, n. 2, p. 91., 1973.

BLOCH, Marc. **A Apologia da História**. Rio de Janeiro: Zahar, 2002.

BRAGA, Jezulino Lúcio Mendes. A Pedra que Veio Lá do Infinito: o Meteorito de Bendegó e o Museu Nacional. **Concinnitas (online) - Revista do Instituto das Artes da UERJ**, 2018.

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei PL 4529/2020.** Estabelece Mecanismos de Proteção ao Patrimônio Científico Brasileiro de Origem Espacial. Brasília, Câmara dos Deputados, 2020. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/propostas-legislativas/2262777>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

_____. Câmara dos Deputados. **Projeto de Lei PL 4471/2020.** Dispõe sobre a Propriedade de Meteorito que Atinge o Solo Brasileiro. Brasília, Câmara dos Deputados, 2020. Disponível em: <<https://www.camara.leg.br/proposicoesWeb/fichadetramitacao?idProposicao=2262081>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

BRASIL. **Base Nacional Curricular Comum.** Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em 20 nov. 2022.

_____. **Manual Técnico de Orçamento MTO.** Edição 2017. Brasília: Ministério do Planejamento, Desenvolvimento e Gestão; Secretaria de Orçamento Federal, 2016.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEMTEC, 1998.

_____. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. **PCN+ Ensino Médio. Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

_____. **Temas Contemporâneos Transversais na BNCC: Contexto Histórico e Pressupostos Pedagógicos.** Brasília: MEC, 2019.

BRAUDEL, Fernand. A Longa Duração. In: **História e Ciências Sociais.** 2ª ed. Lisboa. Editorial Presença, 1976. p. 7-70.

BRAUTIGAM, Alexandre Baliú. **Geomorfologia e Geoconservação em Estrutura de Impacto Meteorítico: uma Proposta de Geoastroparque para o Astroblema da Serra da Cangalha/TO.** 2023. 268 f. Tese (Doutorado em Geografia e Meio Ambiente) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

BRULON, Bruno. Passagens da Museologia: a Musealização como Caminho. **Museologia e Patrimônio**, v. 11, n. 2, p. 189-210, 2018.

BUCHWALD, Vagn F. **The Handbook of Iron Meteorites: Their History, Distribution, Composition and Structure.** vol.1, 2, 3. Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1975.

BUCK INSTITUTE FOR EDUCATION. **Aprendizagem Baseada em Projetos: Guia para Professores de Ensino Fundamental e Médio.** 2ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2008.

BURKE, John. **Cosmic Debris: Meteorites in History.** Berkeley and Los Angeles: University of California Press, 1986.

BURKE, Peter. *Uma História Social do Conhecimento I: de Gutenberg a Diderot*. Rio de Janeiro: Zahar, 2003.

BUTTERFIELD, Herbert. *The Origins of Modern Science*. Nova York: Simon and Schuster, 1965.

CABRAL, Luiz Alberto Machado. *A Biblioteca do Pseudo Apolodoro e o Estatuto da Mitografia*. 2013. 159 f. Tese (Doutorado em Linguística) – Instituto de Estudos da Linguagem, Unicamp. Campinas: 2013.

CAILLOIS, Roger. *Os Jogos e o Homem: a Máscara e a Vertigem*. Petrópolis: Editora Vozes, 2017.

CAMPOS, Flávio Rodrigues; BLIKSTEIN, Paulo. (orgs.). *Inovações Radicais na Educação Brasileira*. Porto Alegre: Penso, 2019.

CANDEIRO, Carlos Roberto A.; MOREIRA, Suely G.; ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth; LONGHINI, Marcos; CARVALHO, Adelino A.; PERYERL, Drielli. (org.) *Exposição: Meteoritos no Pontal do Triângulo Mineiro: Ituiutaba – Uberlândia*. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

CARVALHO, J.C. *Meteorito de Bendegó: Relatório apresentando ao Ministério da Agricultura, Comércio e Obras Públicas e à Sociedade Brasileira de Geografia do Rio de Janeiro, sobre a remoção do Meteorito de Bendegó do Sertão da Bahia para o Museu Nacional*. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial, 1888.

CARVALHO, Wilton Pinto de. *Os Meteoritos e a História do Bendegó*. Salvador: TA Comunicação: 1995.

_____. *O Meteorito Bendegó: História, Mineralogia e Classificação Química*. 2010. 213 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2010.

CASCUDO, Luís da Câmara. *Dicionário do Folclore Brasileiro*. 9^a ed. São Paulo: Global, 2000.

CCTECA Mantém Projeto Caça ao Curisco. *Agência Aracaju de Notícias*, Aracaju, 16/10/2012. Disponível em: <https://www.aracaju.se.gov.br/noticias/52394/ccteca_mantem_projeto_caca_ao_curisco.html>. Acesso em 02 dez. 2022.

CHLADNI, Ernst Florens Friedrich. *Ueber den Ursprung der von Pallas gefundenen und anderer ihr ähnlicher Eisenmassen und über einige damit in Verbindung stehende Naturerscheinungen*. Riga: Johann Friedrich Hartknoch, 1794. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?id=BYZCo40TKpgC&printsec=frontcover&hl=pt-BR#v=onepage&q&f=false>>. Acesso em: 21 out. 2023.

_____. *Ueber Feuer-Meteore: und über die mit denselben Herabgefallenen Massen.* Viena: J.G. Heubner, 1819. Disponível em: <https://archive.org/details/bub_gb_mQvXUlwvyeEC/page/n1/mode/2up>. Acesso em 16 out. 2023.

CHRISTIAN, David. Big History: The Longest 'Durée'. *Österreichische Zeitschrift für Geschichtswissenschaften*, v. 20, n. 2, p. 91–106, 2009. Disponível em: <<https://journals.univie.ac.at/index.php/oezg/article/view/3893/3629>>. Acesso em: 13 mai. 2024.

CHRISTOFOLETTI, Rodrigo. O Tráfico Ilícito de Bens Culturais e a Repatriação como Reparação Histórica. In: CHRISTOFOLETTI, Rodrigo (org.). *Bens Culturais e Relações Internacionais: o Patrimônio como Espelho do Soft Power*. Santos: Editora Universitária Leopoldianum, 2017. p. 113-131.

CIVITA, Victor. *Grande Dicionário Larousse Cultural da Língua Portuguesa*. Nova Cultural, 1999.

CLARKE JR, Roy S.; PLOTKIN, Howard; MCCOY, Timothy J. Meteorites and the Smithsonian Institution. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 237-265.

CONRADO, Dália Melissa. *Questões Sociocientíficas na Educação CTSA: Contribuições de um Modelo Teórico para o Letramento Científico Crítico*. 2017. 239 f. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências). Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

CONSOLMAGNO, G. J. The Vatican Meteorite Collection. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 205-217.

CORNEJO, Carlos; BARTORELLI, Andrea. *Coleções Minerais do Brasil*. São Paulo: Solaris, 2020.

_____. *Minerais e Pedras Preciosas do Brasil*. São Paulo: Solaris, 2014.

CORVISIER, Camila. Caminhos das Pedras: Outras Possibilidades para Bendegó. *Revista Discente Planície Científica*, v. 3, n. 2, p. 260-269, 2021.

COSTA, Felipe Sérvalo Maciel. Ciência Cidadã: Uma Alternativa Metodológica Transdisciplinar para o Ensino e Divulgação da Astronomia na Escola. In: *Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*, VI, 2022, Bauru. p. 1-10.

COSTA, Kelly Carla Perez. *Astrogeologia: Planetologia Comparada e Meteorítica em Práticas Interdisciplinares para o Ensino Médio*. 2020. 59 f. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

COUPER, Heather; HENBEST, Niegel. **A História da Astronomia**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

CRÓSTA, Alvaro Penteado. Crateras de Impacto Meteorítico no Brasil. In: MATSUURA, Oscar T. (org.). **História da Astronomia no Brasil. vol. I**. Recife: Cepe, 2014. p. 419-442.

CSIKSZENTMIHALYI, Mihaly. **Flow: A Psicologia do Alto Desempenho e da Felicidade**. Rio de Janeiro: Objetiva, 2020.

CURVELLO, Walter S. Meteoritos Brasileiros. In. **Academia Brasileira de Ciências, Resumo de Comunicações**, 43: 838-839. 1971.

DALL'OLMO, Umberto. Meteors, Meteor Showers and Meteorites in the Middle Ages: From European Medieval Sources. **Journal for the History of Astronomy**, v. 9, n. 2, p. 123-134, 1978.

D'AMBROSIO, Ubiratan. Tendências Historiográficas na História da Ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. (orgs). **Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/FAPESP, 2004. p. 165-200.

DANTAS, Regina Maria Macedo Costa; KUBRUSLY, Ricardo Silva. Uma Análise Histórica sobre o Meteorito de Bendegó e sua Representação Científica junto ao Museu Nacional. In: **IX Encuentro AFHIC/XXV Jornadas Epistemología e Historia de las Ciencias**. 2014.

DENNING, W. F. The Great Meteoric Shower of November (continued). **The Observatory**, Vol. 20, p. 304-310 (1897), v. 20, p. 304-310, 1897.

DERBY, Orville A. Meteoritos Brasileiros. **Revista do Observatório Nacional**, 3(1), 1-20, 1888.

DIETZ, R. S.; FRENCH, B. M. Two Probable Astroblemes in Brazil. **Nature** 244 (5418). 1973. p. 561-562.

DILTHEY, William. **Hermeneutics and the Study of History**. Princeton: Princeton University Press, 1996.

EBEL, D. S. History of the American Museum of Natural History Meteorite Collection. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). **The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds**. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 267-289.

EKMAN, Paul. **A Linguagem das Emoções**. Alfragide: Lua de Papel, 2011.

EL-HANI, Charbel Niño. Notas sobre o Ensino de História e Filosofia da Ciência na Educação Científica de Nível Superior. In: SILVA, Cibelle Celestino. **Estudos de**

História e Filosofia das Ciências: Subsídios para Aplicação no Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 3-21.

EUGENIO, Tiago. **Aula em Jogo: Descomplicando a Gamificação para Educadores.** São Paulo: Évora, 2020.

FARRINGTON, Oliver Cummings. **Meteorites Their Structure, Composition and Terrestrial Relations.** Chicago: Published by the Author, 1915.

FERREIRA, Gabriel Henrique Coelho. **Estudo da Gênese dos Carbonados Relacionados com o Cráton do São Francisco.** 2020. 94 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Departamento de Geologia da Escola de Minas da Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2020.

FIGUEIREDO, Betânia Gonçalves; VIDAL, Diana Gonçalves. **Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna.** 2. ed. Belo Horizonte, Fino Traço, 2013.

FIGUEIREDO, Lucas. **Boa Ventura! A Corrida do Ouro no Brasil (1697-1810): A Cobiça que Forjou um País, Sustentou Portugal e Inflamou o Mundo.** Rio de Janeiro: Record, 2011.

FIGUEIRÔA, Silvia. Ciência e Tecnologia. In: PINSKY, Carla Bassanezi (org.). **Novos Temas nas Aulas de História.** São Paulo: Contexto, 2010. p. 153-168.

FILATRO, Andrea; CAIRO, Sabrina. **Produção de Conteúdos Educacionais.** São Paulo: Saraiva, 2015.

FORTUNA, Tânia Ramos. Brincar é Aprender. In: GIACOMONI, Marcello Paniz; PEREIRA, Nilton Mullet. **Jogos e Ensino de História.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2018. p. 47-71.

FRANCISCO, Luiz. Queda de Meteorito Assusta Povoado na BA. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 08/03/2006. Cotidiano. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff0803200625.htm>>. Acesso em 20 jul. 2023.

FRANCO, Francisco Carlos. **Educação, Patrimônio e Cultura Local: Concepções e Perspectivas Pedagógicas.** Curitiba: CRV, 2019.

FRANZA, A.; PRATESI, G. Meteorites as a Scientific Heritage. **Conservar Património**, 36, 2021, 106–121.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da Autonomia.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, Marcos Cezar de. **Da Micro-História à História das Idéias.** São Paulo: Cortez;USF-IFAN, 1999.

FRENCH, BEVAN M. *Traces of Catastrophe: A Handbook of Shock-Metamorphic Effects in Terrestrial Meteorite Impact Structures*. Houston: Lunar and Planetary Institute, 1998.

GALEANO, Eduardo. *As Veias Abertas da América Latina*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1971.

GARCIA, Rafael. Projeto de Lei Busca Garantir Permanência de Meteoritos no Brasil. *O Globo*, Rio de Janeiro, 11/07/2022. Brasil. Disponível em: <<https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2022/07/projeto-de-lei-busca-garantir-permanencia-de-meteoritos-no-brasil.ghtml>>. Acesso em 20 nov. 2022.

GARY, Stuart. Scientist Googles Crater Find. *ABC*. 16/08/2010. Disponível em: <<https://www.abc.net.au/science/articles/2010/08/16/2982419.htm?site=northqld&topic=enviro>>. Acesso em: 24 out. 2023.

GINZBURG, Carlo. *Mitos, Emblemas e Sinais: Morfologia e História*. São Paulo: Companhia das Letras, 1990.

GOFF, James; HULME, Keri; MCFADGEN, Bruce. "Mystic Fires of Tamaatea": Attempts to Creatively Rewrite New Zealand's Cultural and Tectonic Past. *Journal of the Royal Society of New Zealand*, v. 33, n. 4, p. 795-809, 2003.

GOIÁS. *Regiões de Planejamento do Estado de Goiás*. Goiânia: SEPLAN, 2006.

GOLEMSHINSKI, Georgi Nikolov. Meteorite Hunting and Physics Education. *Eurasian Journal of Physics & Chemistry Education*, 2016, 8(1), 15-23.

GOLIA, Maria. *Meteorite Nature and Culture*. Londres: Reaktion Books, 2015

GOMES, Celso B.; KEIL, Klaus. *Brazilian Stone Meteorites*. Albuquerque: University of New Mexico Press, 1980.

GONÇALVES, Alexandre. Projeto Ensina a 'Caçar Meteoritos'. *Estadão*, São Paulo, 16/05/2009. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/emails/projeto-ensina-a-cacar-meteoritos/>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

_____. "Sonho Achar uma Peça Valiosa", diz Colecionador. *Estadão*, São Paulo, 16/05/2009. Disponível em: <<https://www.estadao.com.br/emails/sonho-achar-uma-peca-valiosa-diz-colecionador/>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

GONÇALVES, Augusto Nobre; ENRICH ROJAS, Gaston Eduardo; BOUROTTTE, C. L. M.; ANDRADE, Fábio Ramos Dias de; AZEVEDO, Miriam Della Posta de. Projeto de Exposição Itinerante de Fotomicrografias e Outras Técnicas de Imageamento de Meteoritos. *Anais do EnsinoGEO 2019: VIII Simpósio Nacional de Ensino e História de Ciências da Terra –20 a 23 de outubro de 2019, Campinas, SP: Geociências para Todos*, p. 204-207, 2019.

GOUNELLE, Max; GOUNELLE, Matthieu. Meteorites: International Law and Regulations. *Meteoritics & Planetary Science*, v. 54, n. 12, p. 2887-2901, 2019.

GREGORY, Tim. **Meteorite: How Stones from Outer Space Made Our World**. Nova York: Basic Books, 2020.

HENRIKSSON, Göran. King David's Altar in Jerusalem Dated by the Bright Appearance of Comet Encke in 964 BC. **Annals of Archaeology**, v. 1, n. 1, p. 30-37, 2018.

HERNÁNDEZ, Max; LEMLIJ, Moisés; MILLONES, Luis; PÉNDOLA, Alberto; ROSTWOROWSKIET, María. La Leyenda de la Guerra de los Chanchas y el Ascenso de Pachacuteec. **Debates en Sociología**, n. 11, p. 7-35, 1986.

HUIZINGA, Johan. **Homo Ludens: O Jogo como Elemento da Cultura**. 9^a ed. rev. e atual. São Paulo: Perspectiva, 2019.

INTERNATIONAL ASTRONOMY UNION. **Resolution I.A.U. B5: Definition of a Planet in the Solar System**. 2006.

IUGS. **The First 100 IUGS Geological Heritage Sites**. Zumaia: IUGS, 2022. Disponível em: <https://iugs-geoheritage.org/videos-pdfs/iugs_first_100_book_v2.pdf>. Acesso em: 31 dez. 2023.

Iran's First Meteorite Exhibition Opens in Golestan Palace. **Iran Front Page**, Teerã, 02/05/2019. Disponível em: <<https://ifpnews.com/irans-first-meteorite-exhibition-opens-in-golestan-palace/>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

IVANOVA, Marina A.; NAZAROV, Mikhail A. History of the Meteorite Collection of the Russian Academy of Sciences. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). **The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds**. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 229-236.

JENKINS, R. M. The Star of Bethlehem and the Comet of AD 66. **Journal of the British Astronomical Association**. 114, 6, 2004. p. 336-343.

JOHNSON, Lars W.; VOYNICK, Stephen M. **Rockhounding for Beginners: Your Comprehensive Guide to Finding and Collecting Precious Minerals, Gems, Geodes, & More**. Stoughton: Adams Media, 2021.

JORDÃO, Pedro. Meteoritos que caíram perto de Berlim são encontrados por cientistas. **CNN Brasil**, São Paulo, 02/02/2024. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/tecnologia/meteoritos-que-cairam-perto-de-berlim-sao-encontrados-por-cientistas/>>. Acesso em: 12 mai. 2024.

JORDHEIM, Helge. Camadas de Tempo: Precondições Históricas e Semânticas para uma Estratigrafia do Tempo e da História. In: SALOMON, Marlon (org.). **Heterocronias: Estudos sobre a Multiplicidade dos Tempos Históricos**. Goiânia: Edições Ricochete, 2018. p. 291-310.

JOSEPHSON, Paul Robert; KLANOVICZ, Jo. Big Science e Tecnologia no Século XX. *Fronteiras: Revista Catarinense de História*, n. 27, p. 149-149, 2016.

KNIGHT, David. Trabalhando à Luz de Duas Culturas. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. (orgs). *Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/FAPESP, 2004. p. 147-163.

KOLLERT, R.; BJÖRNBERG, A.; DAVINO, A. Estudos Preliminares de uma Depressão Circular na Região de Colônia: Sto. Amaro, São Paulo. *Boletim da Sociedade Brasileira de Geologia*, 10. 1961. p. 57-77.

KOSCHNY, Detlef; BOROVICKA, Jiri. Definitions of Terms in Meteor Astronomy. *WGN, Journal of the International Meteor Organization*, v. 45, n. 5, p. 91-92, 2017.

KOSELLECK, Reinhart. *Estratos do Tempo. Estudos sobre História*. Rio de Janeiro: Contraponto/PUC-Rio, 2014.

_____. *História de Conceitos*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2020.

KRINOV, Evgenij Leonidovič. *Giant Meteorites*. Oxford: Oxford, 1966.

KUHN, Caiubi Emanuel Souza; SIQUEIRA, Flávia R. P. S.; SÁ, Livia H. N.; PEREIRA, Gustavo G.; REZENDE, Lucas R. D.; DIAS, Daniel S. Exposições Itinerantes e a Popularização das Geociências. *Research, Society and Development*, v. 9, n. 1, p. 9, 2020.

KUHN, Thomas S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. São Paulo: Perspectiva, 2013.

LACERDA FILHO, Joffre Valmório de; REZENDE, Abelson; SILVA, Aurelene da. (org.) *Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Geologia e Recursos Minerais do Estado de Goiás e do Distrito Federal. Escala 1:500.000*. 2ª ed. Goiânia: CPRM/METAGO/UNB, 2000.

LAETER, J. R. The History of Meteorite Age Determinations. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 363-378.

LANGHI, Rodolfo. *Patrulhamento Investigativo do Céu por Imageamento Automático de Meteoros*. Bauru: UNESP, 2015. Disponível em: <https://www.ipmetradar.com.br/ipmet_html/institucional/projetos-credenciados/Pesquisa_Rodolfo.pdf>. Acesso em: 16 mai. 2024.

La Présence de L'Or sur Terre Serait Due à un Bombardement de Météorites. *Le Monde*, Paris, 08/09/2011. Planète. Disponível em: <https://www.lemonde.fr/planete/article/2011/09/08/la-presence-de-l-or-sur-terre-serait-due-a-un-bombardement-de-meteorites_1569206_3244.html>. Acesso em: 13 mai. 2024.

LARSEN, Jon. *On the Trail of Stardust: The Guide to Finding Micrometeorites: Tools, Techniques, and Identification*. Vancouver: Voyager Press, 2019.

LARSEN, Kristine; MCBEATH, Alastair; GHEORGHE, Andrei Dorian. Meteor Beliefs Project: Meteoritic Weapons. In: *Proceedings of the International Meteor Conference*, 30th IMC, Sibiu, Romania, 2011. 2012. p. 137-144.

LINDSTROM, M. et al. Exploring Meteorite Mysteries: A Teachers' Guide with Activities. In: *Abstracts of the 25th Lunar and Planetary Science Conference, held in Houston, TX, 14-18 March 1994.*, p. 795. 1994. p. 795.

LOBANOVSKY, Yury I. Comet and Meteor Threat: Historical Aspects. *Synerjetics Group*, v. 30, p. 2013-24.02, 2014.

LUNTZ, Stephen. Huge 15-Tonne Meteorite Contains Two Minerals Never Seen Before In Nature. *IFLScience*, 2022. Disponível em: <<https://www.iflscience.com/huge-15-tonne-meteorite-contains-two-minerals-never-seen-before-in-nature-66434>>. Acesso em: 21 out. 2023.

MCCALL, G. J. H. Meteorite Cratering: Hooke, Gilbert, Barringer and Beyond. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 443-469.

_____. The History of Tektites. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 471-493.

MAGNANI, Maria Cláudia Orlando; BISPO JUNIOR, Heitor Alves; FEDELI, Maurizio. Pedra do Raio: um Mito Universal no Alto Vale do Jequitinhonha. *Rocalha*. São João del-Rei, MG, ano II, vol. II, n. I, dez. 2021, p.195-214.

MAIA, Carlos Alvarez. *História das Ciências: uma História de Historiadores Ausentes*. Rio de Janeiro: EdUERJ, 2013.

MAIA, Elijonas. PF Apreende Machados de Pedra em Operação contra Venda de Materiais Arqueológicos pela Internet. *CNN Brasil*, Brasília, 11/04/2023. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/pf-apreende-pedras-de-raio-em-operacao-contra-venda-de-materiais-arqueologicos-pela-internet/>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MARÍLIA (SP). *Lei Municipal nº 27/2019 de 18 de Fevereiro de 2019. Modifica a Lei nº 7217/10, Referente a Datas Comemorativas e Eventos do Município de Marília, Incluindo o “Dia do Meteorito”, no Dia 5 de Outubro*. Marília (SP), 2019. Disponível em: <https://sapl.marilia.sp.leg.br/pysc/download_materia_pysc?cod_materia=MTUzMDDgx&texto_original=1>. Acesso em: 31 dez. 2023.

MARTINELLI, Célia Cervigni & TORRES, Neurismar de Castro Barreto. *Planejamento e Elaboração de Projetos*. Brasília: CETEB, 2004.

MARTINO, Luís Mauro Sá. *Teoria das Mídias Digitais: Linguagens, Ambientes, Redes*. 2^a ed. Petrópolis: Vozes, 2015.

MARTINS, Roberto de Andrade. Ciência versus Historiografia: os Diferentes Níveis Discursivos nas Obras sobre História da Ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, Ana Maria; BELTRAN, Maria Helena Roxo. (orgs). *Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas*. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física/FAPESP, 2004. p. 115-145.

MARTINS FILHO, Amílcar Vianna. *Como Escrever a História da sua Cidade*. Belo Horizonte: Instituto Cultural Amílcar Martins, 2016.

MARVIN, Ursula. Meteorites in History: An overview from the Renaissance to the 20th century. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 15-71.

_____. The Meteoritical Society: 1933 to 1993. *Meteoritics*, v. 28, n. 3, p. 261-314, 1993.

MASON, Brian Harold. *Meteorites*. Nova Jersey: John Wiley & Sons Inc, 1962.

MATOS, Patrícia de Oliveira. New Space e Poder Monetário: os Estados Unidos no Setor Espacial Pós-Crise Financeira de 2008. *Revista Tempo do Mundo*, n. 29, p. 387-408, 2022.

MATSURA, Oscar T. (Org.). *História da Astronomia no Brasil*. Vol I. Recife: Cespe, 2014.

_____. (Org.). *História da Astronomia no Brasil*. Vol II. Recife: Cespe, 2014.

_____. (Org.). Imigrantes Japoneses no “Menor Observatório do Mundo”. In: MATSURA, Oscar T (Org.). *História da Astronomia no Brasil*. Vol II. Recife: Cespe, 2014. p. 491-519.

MAXIMIANO, Antonio Cesar Amaru. *Administração de Projetos: como Transformar Ideias em Resultados*. 5^a ed. São Paulo: Atlas, 2016.

_____. *Introdução à Administração*. 5^a ed. São Paulo: Editora Atlas, 2000.

MCBEATH, Alastair; GHEORGHE, Andrei Dorian. Meteor Beliefs Project: Introduction. *WGN, Journal of the International Meteor Organization*, vol. 31, no. 2, p. 55-58, v. 31, p. 55-58, 2003.

_____. Meteor Beliefs Project: Meteorite Worship in the Ancient Greek and Roman Worlds. *WGN, Journal of the International Meteor Organization*, vol. 33, no. 5, p. 135-144, v. 33, p. 135-144, 2005.

MCCALL, G. J. H. The History of Tektites. In: MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256. p. 471-493.

MCCALL, G. J. H.; BOWDEN, A. J.; HOWARTH, R. J. (ed.). *The History of Meteoritics and Key Meteorite Collections: Fireballs, Falls and Finds*. London: The Geological Society, 2006. Special Publications, 256.

MELLO, Duilia de. *As Aventuras de Pedro, uma Pedra Espacial*. Publicação Independente, 2023.

MERANGGI, Yogi. Introduction of Keris; an Ancient Weapon from Asian Peninsula. *Bali Tourism Journal*, v. 3, n. 1, p. 22-25, 2019.

METEORÍTICAS. *Brasil Desconhece seus Meteoritos*. Disponível em: <<https://www.meteoritos.com.br/brasil-desconhece-seus-meteoritos/>>. Acesso em: 13 out. 2023.

MITROVIC, George. *Meteorite Hits and Near Misses 1601 to 1999*. Independently Published, 2022.

MODELLI, Laís; ORTEGA, Rodrigo. Pesquisadores e 'Caçadores' Internacionais Disputam Meteoritos após Chuva de Pedras no Sertão Pernambucano. **G1**, 30/08/2020. Ciência e Saúde. Disponível em: <<https://g1.globo.com/ciencia-e-saudade/noticia/2020/08/30/pesquisadores-e-cacadores-internacionais-disputam-meteoritos-apos-chuva-de-pedras-no-sertao-pernambucano.ghtml>>. Acesso em: 13 out. 2023.

MONTEIRO, Felipe Abrahão. *Caracterização Histórica, Mineralógica e Metalográfica de Artefatos Forjados Supostamente Utilizando Ferro Meteorítico*. 2018. 110 f. Dissertação (Mestrado em Geociências – Patrimônio Geopaleontológico), Universidade Federal do Rio de Janeiro / Museu Nacional, Rio de Janeiro, 2018.

MORELOS-RODRÍGUEZ, Lucero; MONCADA-MAYA, José Omar. Antonio del Castillo (1820-1895): el Primer Geólogo de México. *Boletín del Instituto de Geología*, n. 120, p. 81-96, 2022. Disponível em: <<https://boletin.geologia.unam.mx/index.php/boletin/article/view/41>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

MORENO, Leonardo. Projeto que Cria Dia do Meteorito vira Piada nas Redes Sociais. *Marília Notícia*, 14/05/2019. Cidade. Disponível em: <<https://marilianoticia.com.br/projeto-que-cria-dia-do-meteorito-vira-piada-nas-redes-sociais/>>. Acesso em: 31 dez. 2023.

MORIN, Edgar; NICOLESCU, Basarab; FREITAS, Lima de. *Carta da Transdisciplinaridade*. Convento da Arrábida, Portugal, v. 2, 1994.

MOTOYAMA, Shozo. (org.). **Prelúdio para uma História: Ciência e Tecnologia no Brasil**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2004.

MOURÃO, Ronaldo Rogério de Freitas. Caçadores dos Meteoritos Perdidos. **Folha de São Paulo**, 22/12/1996. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/fsp/1996/12/22/mais/31.html>>. Acesso em 25 jul. 2023.

_____. **Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica**. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1967.

_____. **Introdução aos Cometas**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

_____. **O Livro de Ouro do Universo**. 2.ed. Rio de Janeiro: HarperCollins Brasil, 2019.

MÜLLER, Quentin; CASTELIER, Sebastian. Morocco's Stone Rush: Hunting Meteorites is Big Business for Nomads. **Middle East Eye**, Londres, 05/03/2017. Disponível em: <<https://www.middleeasteye.net/features/moroccos-stone-rush-hunting-meteorites-big-business-nomads>>. Acesso em: 30 set. 2023.

MUSEU TESOURO REAL. Torrão de Água Quente. Disponível em: <<https://www.tesouoreal.pt/paginas/b9ed8b00-ouro-e-diamantes-do-brasil>>. Acesso em: 24 mai. 2024.

NASCIMENTO, Sílvio Melo do. Real Forte Príncipe da Beira: História e Estórias do Imaginário Popular no Vale do Guaporé. **Revista Labirinto** – Ano XIII, nº 18 – Junho de 2013. p. 113-124.

NASCIMENTO-DIAS, Bruno Leonardo; ALVARENGA, Maria Clara Ferreira; BENTO, Carolina da Conceição. A História do Museu Nacional do Rio de Janeiro e de sua Coleção de Meteoritos Brasileiros. **Boletim Paranaense de Geociências**, v. 80, n. 2, 2022.

NEICE, Brandon. **The Metal Detecting Bible: Helpful Tips, Expert Tricks and Insider Secrets for Finding Hidden Treasures**. Berkeley: Ulysses Press, 2016.

NEVES, Maria Elizabeth Silva. **Os Meteoritos e a Formação do Sistema Solar**. 1980. 133 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Astronomia) - Observatório do Valongo, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1980.

NEVES, Paulo César Pereira das; ATENCIO, Daniel. **Enciclopédia dos Minerais do Brasil: Elementos Nativos e Halogenetos**. Canoas: Editora da ULBRA, 2013.

NICOLINI, Cristiano. **Entre Histórias e Memórias: o Pensamento Histórico e as Narrativas sobre a Regionalidade na Educação Básica do Vale do Taquari – RS**. Jundiaí: Paco, 2021.

NIELD, Ted. *Incoming!: Or, Why We Should Stop Worrying and Learn to Love the Meteorite*. Londres: Granta Books, 2012.

NININGER, Harvey Harlow. *Find a Falling Star*. Nova Iorque: Paul S. Eriksson, 1973.

NOBRE, Augusto Gonçalves; ENRICH ROJAS, Gaston Eduardo; FONSECA, Ananda Lopes Proença Ribeiro; FLORÊNCIO, Odila. História e Desenvolvimento da Ciência Meteorítica. *Terræ Didatica*, Campinas, v 17 (Publ. Contínua), 1-12, 2021.

NOBRE, Augusto Gonçalves; FLORÊNCIO, Odila; CAMPANARO, João Felipe; CARDOZO, Emanuélle Soares. Classificação de Meteoritos: Histórico, Estado da Arte e Reflexões Críticas. *Open Science Research*, v.VII, p. 434-449, 2022.

NORTON, O. Richard; CHITWOOD, Lawrence A. *Field Guide to Meteors and Meteorites*. Berlim: Springer, 2008.

NORTON, O. Richard. *Rocks from Space: Meteorites and Meteorite Hunters*. 2. ed. Revised and Updated. Missoula: Mountain Press, 1998.

_____. *The Cambridge Encyclopedia of Meteorites*. Cambridge: Cambridge University Press, 2002.

NOTKIN, Geoffrey. *Meteorite Hunting: How to Find Treasure From Space*. Austin: BookBaby, 2011.

NUNES, M. R. *A Pedra do Bendegó, Que Veio do Céu, o Maior Meteorito Brasileiro*. Rio de Janeiro: Regis Aló, 2009.

NÚÑEZ, H.; PARI, W.; RAMÍREZ, M.; MACHARÉ, J.; MACEDO, L. Importancia del Estudio con Georadar para la Caracterización del Cráter y la Reconstrucción de la Dirección del Impacto del Meteorito de Carancas. En: *Congreso Peruano de Geología*, 14, Lima, 2008. Resúmenes. Lima: Sociedad Geológica del Perú, 6 p.

OBA, Yasuhiro; TAKANO, Yoshinori; FURUKAWA, Yoshihiro; KOGA, Toshiki; GLAVIN, Daniel P.; DWORKIN, Jason P.; NARAOKA, Hiroshi. Identifying the Wide Diversity of Extraterrestrial Purine and Pyrimidine Nucleobases in Carbonaceous Meteorites. *Nature Communications*, v. 13, n. 1, p. 2008, 2022.

OLIVEIRA, Eliézer Cardoso. Quando as Tragédias Explicam: a Importância Heurística das Catástrofes para o Conhecimento Histórico. *Revista História: Debates e Tendências*, v. 19, n. 1, p. 147-157, 2019.

OLIVEIRA, E. de. Collecções de Meteoritos do Museu Nacional, do Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil (Rio de Janeiro) e da Escola de Minas (Ouro Preto). In. *Academia Brasileira de Ciências*, vol. 3, 1931. p. 33-56.

OLIVEIRA, Higor Martinez. Meteoritos: *Introdução à Meteorítica e uma Visão Geral dos Meteoritos Brasileiros*. 3^a ed. Rio de Janeiro: Clube de Autores, 2020.

_____. **Tem um ET no seu Quintal?** 3^a ed. Rio de Janeiro: Clube de Autores, 2019.

OLIVEIRA, Nadine; TENÓRIO, Alexandre Cardoso; MIRANDA, Antônio Carlos da Silva. O Episódio da Queda do Meteorito Serra de Magé numa Abordagem de Ensino de Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 30, p. 21-33, 2020.

OLIVEIRA, Thais Hermoso de et al. Ciências para Crianças de Quatro a Seis Anos – Uma Abordagem Envolvendo o Conceito de Força através de Atividades Lúdicas. In: **Congresso de Extensão Universitária da Unesp**, 6^º, 2011, Águas de Lindóia - SP. Anais Eletrônico [...], 2011.

ORNELLAS, Iara Déniz. **Um Estudo Histórico e Químico do Meteorito Santa Catarina**. 2019. 128 f. Dissertação (Mestrado em História das Ciências e das Técnicas e Epistemologia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

PALMER, Douglas; JAMES, Nicholas; SPARROW, Giles. **Fortuna e Glória: Relatos dos Maiores Aventureiros Arqueológicos da História**. São Paulo: Larousse do Brasil, 2009.

PÁRAMO, Omar. Las Meteoritas del Palacio de Minería, Clave para Entender el Nacimiento de la Meteorítica en México. **Unan Global**, Cidade do México, 15/03/2017. Cidade do México. Disponível em: <https://unamglobal.unam.mx/global_revista/los-meteoritos-del-palacio-de-mineria-clave-para-entender-el-nacimiento-de-la-meteoritica-en-mexico/>. Acesso em: 07 jan. 2024.

PERRENOUD, Phillippe. **Construir as Competências desde a Escola**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

PIAGET, Jean. **Psicología e Pedagogía**. São Paulo e Rio de Janeiro: Editora Forense, 1970.

PIERI, Maria Juliana de; MACCARI, Ide Maria Salvan; DONADEL, Beatriz D.'Agostin. O Ensino da História Local: Comparando Resultados de Intervenção Tradicional e de Intervenção Lúdica. **Recôncavo: Revista de História da UNIABEU**, v. 3, n. 4, p. 161-178, 2013.

PINSKY, Carla Bassanezi (org.). **Novos Temas nas Aulas de História**. São Paulo: Contexto, 2010.

PIQUÉ, Jordi Llorca. ¿ Caídos del cielo? Meteoritos en la Historia y en la Historia de la Ciencia. **Enseñanza de las Ciencias de la Tierra**, v. 21, n. 3, p. 254-254, 2013.

PLÍNIO, O VELHO. **História Natural. Livro I. Livro II**. Curitiba, antoniofontoura, 2018.

POMIAN, Krzysztof. Colecionismo. In: **Encyclopédia Einaudi**. vol. 1. Memória e História. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 1984.

_____. História das Ciências. In: LE GOFF, Jacques; CHARTIER, Roger; REVEL, Jacques (orgs.). **A Nova História**. Coimbra: Almedina, 1990. p. 95-98.

_____. **L'Ordre du Temps**. Paris: Gallimard, 1984.

PORTO, Alessandra de Figueiredo; MARTINS, Márcio André Cardoso de Faria. “Museu Nacional, a Fênix”: a Comunicação Organizacional em Prol da Reconstrução de Histórias e Memórias. In: **Congresso Brasileiro Científico de Comunicação Organizacional e de Relações Públicas**, 14., 2020, Bauru. Anais [...] Bauru: 2020.

POSSAS, Helga Cristina Gonçalves. Classificar e Ordenar: Os Gabinetes de Curiosidade e a História Natural. In: FIGUEIREDO, Betânia Gonçalves; VIDAL, Diana Gonçalves. **Museus: dos Gabinetes de Curiosidades à Museologia Moderna**. 2^a ed. Belo Horizonte: Fino Traço, 2013. p. 149-159.

POTAPOVA, Marina S. Geologia como Ciência Histórica da Natureza. **Terrae Didática**, v. 3, n. 1, p. 86-90, 2007.

POURKHORSANDI, Hamed et al. Meteorites from the Lut Desert (Iran). **Meteoritics & Planetary Science**, v. 54, n. 8, p. 1737-1763, 2019. Disponível em: <<https://amu.hal.science/hal-02144596/document>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

PRADO, Maria Elisabette Brisola Brito; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de (org.). **Elaboração de Projetos: Guia do Cursista**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação à Distância, 2009.

QUTUB, Musa Y.; HUSSEY, Keith M. The Objectives of the Earth Science Curriculum Project: An Evaluation of Their Achievement. **Iowa Teachers Science Journal**, v. 8, n. 3, Article 3, 1971. Disponível em: <<https://scholarworks.uni.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2640&context=istj>>. Acesso em: 16 jan. 2024.

RASMUSSEN, Kaare Lund. Historical Accretionary Events from 700BC to 1850AD-a 1050-YEAR Periodicity. **Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society**, Vol. 31, NO. 1/MAR, P. 95, 1990, v. 31, p. 95, 1990.

REZA, Ramiro de la; BARROS, Henrique Lins; MARTINI, Paulo Roberto. O Evento do Curuçá: a Queda de Bólidos em 13 de agosto de 1930. In: MATSUURA, Oscar T (org.). **História da Astronomia no Brasil**. vol. I. Recife: Cepe, 2014. p. 393-418.

RIBEIRO, Djamila. **Lugar de Fala**. São Paulo: Sueli Carneiro, 2021.

ROCHA, Jessica Norberto; MARANDINO, Martha. Museus e Centros de Ciências Itinerantes: Possibilidades e Desafios da Divulgação Científica. **Revista do EDICC**, v. 3, 2017.

ROCHA, Luana M. P. **Os Cientistas e a Ciência Cidadã: um Estudo Exploratório sobre a Visão dos Pesquisadores Profissionais na Experiência Brasileira**. 2019. 76 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Informação) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2019.

ROJAS, Carlos Antonio Aguirre. ***Micro-História Italiana: Modo de Uso***. Londrina: Eduel, 2012.

ROMAINE, Garret. ***Rockhounding & Prospecting Handbook***. 2^a ed. Lanham. Falcon, 2018.

ROSAS, H.; NAVAS-C, O. Origen y Evolución de la Laguna de Guatavita, Colombia. ***Boletín de Geología***, [S. I.], v. 18, n. 33, p. 47–61, 1989. Disponível em: <<https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistaboletindegeologia/article/view/7880>>. Acesso em: 8 out. 2023.

RUGGLES, Clive; COTTE, Michel. ***Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention A Thematic Study***. Paris: ICOMOS, 2010.

_____. ***Heritage Sites of Astronomy and Archaeoastronomy in the context of the UNESCO World Heritage Convention: Thematic study nº. 2***. West Sussex and Paris: Ocarina Books/ICOMOS/International Astronomical Union, 2017.

RÜSEN, Jörn. Pode-se Melhorar o Ontem? in: SALOMON, M. (Org.). ***História, Verdade e Tempo***. Chapecó, SC: Editora Unochapecó, 2011. p. 259-290.

SAID, Tabita. Mensageiros Siderais: Meteoritos em Exposição na USP ajudam a Contar História do Sistema Solar. ***Jornal da USP***, São Paulo, 13/04/2022. Disponível em: <<https://jornal.usp.br/universidade/mensageiros-siderais-meteoritos-em-exposicao-na-usp-ajudam-a-contar-historia-do-sistema-solar/>>. Acesso em: 09 jan. 2024.

SANDOVAL, José Antonio Agraz. ***Metal Detectors in Historic Areas***. Bloomington: Trafoord, 2012.

SANDY, Danielly Dias. ***Contextualizando o Universo das Exposições***. Curitiba: InterSaberes, 2022.

SANTA FILOMENA (PE). 2020. ***Lei Municipal nº 445/2020 de 21 de Dezembro de 2020. Institui a Semana Municipal da Astronomia e o Dia do Meteorito Santa Filomena os incluem no Calendário Oficial de Eventos do Município de Santa Filomena***. Santa Filomena, 2020. Disponível em: <<https://santafilomena.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/05/LEI-N%C2%B0-445.pdf>>. Acesso em: 31 dez. 2023.

SANTOS, Jenivaldo Souza. ***Entrelaçando Representações Sociais e Saberes Científicos sobre Meteoritos para uma Aprendizagem Significativa no Ensino Médio***. São Paulo: Editora Dialética, 2023. E-book: 1 MB; EPUB.

SANTOS, Jenivaldo Souza; PAIM, Ana Verena Freitas; RIBEIRO, Carlos Alberto de Lima. ***Almanaque Meteorítico***. Ponta Grossa: Atena, 2022.

SBHC. **Sobre a Base Nacional Comum Curricular (BNCC).** Rio de Janeiro: SBHC, 2016. Disponível em: <http://www.sbhc.org.br/resources/download/1459529844_ARQUIVO__BNCC_SB_HC.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2024.

SCORZELLI, R. B.; VARELA, M. E.; ZUCOLOTTO, M. E. **Meteoritos: Cofres da Nebulosa Solar.** Rio de Janeiro: Livraria da Física, 2010.

SENA, Davis Ribeiro de. **Sob a Luz do Meteorito: Canudos X República.** Recife: Ed. do Autor, 2003.

SILVA, Sabrina Damasceno. "**O Pedaço de Outro Mundo que Caiu na Terra": as Formações Discursivas acerca do Meteorito de Bendegó do Museu Nacional.**" 2010. 147 f. Dissertação (Mestrado em Museologia e Patrimônio) - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro; MAST, Rio de Janeiro, 2010.

SMITH, Caroline; RUSSELL, Sara; ALMEIDA, Natasha. **Meteorites: The Story of Our Solar System.** 2ª ed. Londres: Firefly Books, 2019.

SOTO, Gerardo J. La Meteorítica en América Latina en el Siglo XIX. In: RODRÍGUEZ, Lucero Morelos; GONZÁLEZ, Omar Escamilla. (coords.). **125 Años de las Meteoritas en el Palacio de Minería.** México: UNAM, Facultad de Ingeniería, División de Educación Continua y a Distancia, 2018. p. 79-88. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Gerardo-Soto-4/publication/329156359_La_Meteoritica_en_America_Latina_en_el_Siglo_XIX/links/5bf87755299bf1a0202ec53a/La-Meteoritica-en-America-Latina-en-el-Siglo-XIX.pdf>. Acesso em: 08 jan. 2024.

SOUZA, Fernando Antônio Araújo de. **A História da Astronomia em Pernambuco e no Nordeste do Brasil: A Linha do Tempo em Forma de Cordel.** 2022. 110 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Astronomia e Ciências Afins) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2022.

SPENCER, L. J. A List of Catalogues of Meteorite Collections. **Mineralogical Magazine**, v. 28, n. 204, p. 471-478, 1949.

SQUEFF, Leti. Ciência e Violência nas Imagens do Transporte do Meteorito do Bendegó para o Rio de Janeiro (1887-1888). **Revista de História da Arte e da Cultura**, v. 2, n. 2, p. 4-20, 2021.

STEEL, D. Two "Tunguskas" in South America in the 1930's?. **WGN, Journal of the International Meteor Organization**, vol. 23, no. 6, p. 207-209, v. 23, p. 207-209, 1995.

SVISERO, D. P.; AMARAL, S. E.; GOMES, C. B. O Meteorito Itapuranga, Goiás, e os Sideritos Brasileiros. **Boletim IG**, Instituto de Geociências, USP, v. 11, p. 21-30, 1980.

TAUBE, Karl. The Turquoise Hearth: Fire, Self Sacrifice, and The Central Mexican Cult of War. In: CARRASCO, D.; JONES, Lindsay; SESSIONS, Scott. **Mesoamerica's Classic Heritage: From Teotihuacan to the Aztecs.** Boulder: University Press of Colorado, 2000. p. 269-340.

TEIXEIRA, Felipe Colvara; SILVA, Roberta D. de O.; BONA, Rafael José. O Processo de Desenvolvimento de uma Identidade Visual. In: **Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação da Região Sul**, VIII, UNIASSELVI. 2012.

TOLLENAAR, Veronica et al. Unexplored Antarctic Meteorite Collection Sites Revealed Through Machine Learning. **Science Advances**, v. 8, n. 4, p. eabj8138, 2022.

TRETTTEL, Ueisla Rodrigues; BATISTA, Eraldo Carlos. A Importância da Brincadeira no Processo de Ensino e Aprendizagem na Educação Infantil. **Revista Científica FAEST**, Tangará da Serra - MT, v. 04, n. 1, p. 18-31, 2016.

UNESCO. **Convenção para a Salvaguarda do Patrimônio Cultural Imaterial**. Paris: UNESCO, 2003.

_____. **Convenção sobre as Medidas a serem Adotadas para Proibir e Impelir a Importação, Exportação e Transferência de Propriedades Ilícitas dos Bens Culturais**. Paris: UNESCO, 1970. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000160638>>. Acesso em: 09 jan. 2024.

_____. **Directory of Meteorite Collections and Meteorite Research**. Paris: Imprimeries Réunies de Chambéry, 1968.

_____. **Obras Maestras del Patrimonio Oral e Inmaterial de la Humanidad Proclamaciones 2001, 2003 y 2005**. 2006.

VAINFAS, Ronaldo. **Micro-História: Os Protagonistas Anônimos da História**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

VALENTE, José Armando. A Sala de Aula Invertida e a Possibilidade do Ensino Personalizado: Uma Experiência com a Graduação em Midialogia. In: BACICH, Lilian; MORAN, José (orgs.). **Metodologias Ativas para uma Educação Inovadora: Uma Abordagem Prática**. Porto Alegre: Penso, 2018. p. 26-44.

VAN DUUREN, David. De 'Kris van Knaud': Uitkomsten van het Onderzoek. **Aziatische Kunst**, v. 34, n. 4, p. 2-5, 2004.

VARELLA, Paulo G. **Meteoróides, Meteoros e Meteoritos**. São Paulo: Prefeitura do Município de São Paulo, 1985.

VELOSO, José Alberto Vivas. O Terremoto que Veio do Céu. **Revista USP**, n. 98, p. 112-124, 2013.

VIDAL, Ney. Meteoritos Brasileiros. **Boletim do Museu Nacional**, 12: 91-109, 1936.

VIEIRA, Alexandra. Raios e Coriscos. **Revista Memória Rural**, n. 2, p. 162-173, 2019.

VIEIRA, Carlos José. Meteoritos Brasileiros. In: **Revista macroCOSMO.com**, Ano II, nº 21, agosto de 2005. p. 58-66.

VIESCA, Carlos. Medicine in Ancient Mesoamerica. In: ***Medicine Across Cultures: History and Practice of Medicine in Non-Western Cultures***. Dordrecht: Springer Netherlands, 2003. p. 259-283.

VILAS BOAS, José Williams dos Santos; ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth; FERNANDES, Rodrigo Vesule. Os Caminhos para a Definição do Direito de Propriedade sobre Meteoritos no Brasil. ***Revista de Direito da Universidade de Brasília***, v. 4, n. 3, p. 79-105, 2020.

VILLAR, Luis María; ASATO, Carlos Gabriel. Campo del Cielo. ***La Gran Lluvia Meteorítica***. Buenos Aires: Servicio Geológico Minero Argentino (SEGEMAR), 2008. Disponível em: <<https://repositorio.segumar.gov.ar/handle/308849217/1338>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

WASSON, John T. Campo del Cielo: A Campo by Any Other Name. ***Meteoritics & Planetary Science***, v. 54, n. 2, p. 280-289, 2019.

ZIPFEL, Jutta; GROSSMAN, Jeffrey N.; CONNOLLY, H. 50 Years of the Meteoritical Bulletin. ***Meteoritics and Planetary Science Supplement***, v. 42, p. 5240, 2007. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/252718770_50_Years_of_the_Meteoritical_Bulletin>. Acesso em: 24 set. 2023.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth. Breve Histórico dos Meteoritos Brasileiros. In: MATSUURA, Oscar T (org.). ***História da Astronomia no Brasil. vol. I***. Recife: Cepe, 2014. p. 357-392.

_____. Caracterização do Meteorito Urucuá. In: Reunião Anual da SAB. 27, 2001. ***Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira***. 2001. p. 70. Disponível em: <<https://sab-astro.org.br/eventos/proceedings-de-eventos/>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

ZUCOLOTTO, M. E.; ANDRADE, W. A.; KLEIN, V. C. The Meteorite Collection of Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brazil. ***Meteoritics & Planetary Science***, v. 35, p. Catalogs and Inventories. A185-A187, 2000.

ZUCOLOTTO, M. E.; ANTONELO, L. L. Brazilian Meteorites. ***Meteoritics & Planetary Science***, v. 39, 2004.

ZUCOLOTTO, Maria Elizabeth; FONSECA, Ariadne do Carmo; ANTONELO, Loiva Lízia. MONTEIRO, Felipe Abrahão. ***Decifrando os Meteoritos***. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, Museu Nacional, 2013.

ZURITA, Marcelo. ***Manifesto: Meteoritos em Santa Filomena***. BRAMON, 2020. Disponível em: <<http://www.bramonmeteor.org/bramon/manifesto-meteoritos-em-santa-filomena/>>. Acesso em: 13 out. 2023.

Mídias

ADS (ASTROPHYSICS DATA SYSTEM). Disponível em: <<https://ui.adsabs.harvard.edu/>>. Acesso em: 04 jan. 2024.

AIMETEORITES ANALYTICAL IMAGES OF METEORITE. Disponível em: <<https://en.aimeteorites.com/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

THE AMERICAN FEDERATION OF MINERALOGICAL SOCIETIES (AFMS). Disponível em: <<https://www.amfed.org/ethics.htm>>. Acesso em: 21 dez. 2023.

AMERICAN METEOR SOCIETY. Disponível em: <<https://www.amsmeteors.org/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

ANSMET (THE ANTARCTIC SEARCH FOR METEORITES). Disponível em: <<https://caslabs.case.edu/ansmet/>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

ANTARCTIC METEORITE STRANDING ZONES. Disponível em: <<https://wheretocatchafallingstar.science/>>. Acesso em: 14 jul. 2023.

ARIZONA STATE UNIVERSITY. Disponível em: <<https://meteorites.asu.edu/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

ARTHUR ROSS HALL OF METEORITES. Disponível em: <<https://www.amnh.org/exhibitions/permanent/meteorites>>. Acesso em: 19 fev. 2023.

BRAMON (BRAZILIAN METEOR OBSERVATION NETWORK). Disponível em: <<http://www.bramonmeteor.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BUSECK CENTER FOR METEORITES STUDIES. Disponível em: <<https://meteorites.asu.edu/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

CENTRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA CIDADE DE ARACAJU (CCTECA) GALILEU GALILEI. Disponível em: <<http://cctecaplanetario.blogspot.com/2013/>>. Acesso em: 02 dez. 2022.

CONVERSOR UTM/GMS. Disponível em: <https://sigam.ambiente.sp.gov.br/sigam3/Controles/latlongutm.htm?latTxt=ctl00_content>. Acesso em: 16 abr. 2023.

DICIONÁRIO ENCICLOPÉDICO EFRON & BROCKHAUS ONLINE. Disponível em: <<https://www.booksite.ru/fulltext/1/001/007/093/93664.htm>>. Acesso em: 13 jul. 2023.

EARTH IMPACT DATABASE. Disponível em: <http://passc.net/EarthImpactDatabase/New%20website_05-2018/Index.html>. Acesso em: 20 mar. 2022.

EARTH IMPACT EFFECT PROGRAM. Disponível em: <<https://impact.ese.ic.ac.uk/ImpactEarth/ImpactEffects/>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

EDUCATIONAL AND SCIENTIFIC RESOURCES. Disponível em: <<https://meteoritical.org/society/resources>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

ENCYCLOPEDIA OF METEORITES. Disponível em: <<https://meteorites.asu.edu/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

ENSISHEIM METEORITE SHOW. Disponível em: <<https://www.facebook.com/EnsisheimMeteoriteShow/>>. Acesso em: 03 jul. 2023.

EXOSS CITIZEN SCIENCE PROJECT. Disponível em: <<https://press.exoss.org/>>. Acesso em: 28 ago. 2023.

EXPLORATORY DASHBOARD OF EVERY REGISTERED METEORITE FALL ON EARTH. Disponível em: <https://public.tableau.com/app/profile/ramon.martinez/viz/meteorite_fall_on_earth/Meteoritefallonearthvisualized>. Acesso em: 20 jul. 2023.

GALERIA DO METEORITO. Disponível em: <<https://www.galeriadometeorito.com/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

GEOSSIT. Disponível em: <<https://www.cprm.gov.br/geossit>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

GLOBAL METEORITE ASSOCIATION. Disponível em: <<https://gmeta.org/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

GLOBAL METEOR NETWORK. Disponível em: <<https://globalmeteornetwork.org/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

GOOGLE EARTH. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/preview>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

HARVARD MINERALOGICAL & GEOLOGICAL MUSEUM. Disponível em: <<https://mgmh.fas.harvard.edu/>>. Acesso em: 11 jan. 2024.

HEMEROTECA DIGITAL DA BIBLIOTECA NACIONAL. Disponível em: <<https://bndigital.bn.gov.br/hemeroteca-digital/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

IMCA (INTERNATIONAL METEORITE COLLECTORS ASSOCIATION). Disponível em: <https://imca.cc/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1>. Acesso em: 20 mar. 2022.

INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES (ICOMOS). Disponível em: <<https://www.icomos.org/en>>. Acesso em: 06 jan. 2024.

INTERNATIONAL DARK SKY ASSOCIATION (IDA). Disponível em: <<https://www.darksky.org/>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

INTERNATIONAL METEOR ORGANIZATION (IMO). Disponível em: <<https://www.imo.net/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

JET PROPULSION LABORATORY FIREBALL AND BOLIDE. Disponível em: <<https://cneos.jpl.nasa.gov/fireballs/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

LUNAR AND PLANETARY INSTITUTE. Disponível em: <<https://www.lpi.usra.edu/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

METBASE. Disponível em: <<https://metbase.org/>>. Acesso em: 11 jul. 2023.

METEORITICAL BULLETIN DATABASE. Disponível em: <<https://www.lpi.usra.edu/meteor/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

METEORÍTICAS. Disponível em: <<https://www.meteoritos.com.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

METEORITOS ANDRÉ MOUTINHO. Disponível em: <<https://meteorito.com.br/meteoritos.php?ct=vd>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

METEORITOS BRASIL. Disponível em: <<https://meteoritosbrasil.weebly.com/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

METEORITiCS AND PLANETARY SCIENCES. Disponível em: <<https://meteoritical.org/publications/meteoritics-and-planetary-science>>. Acesso em: 2 jul. 2023.

MEXICOLORE. Disponível em: <<https://www.mexicolore.co.uk/aztecs/aztefacts/rain-gold>>. Acesso em: 09 out. 2023.

MINDAT. Disponível em: <<https://www.mindat.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIAS AFINS (MAST). Disponível em: <<https://www.gov.br/mast/pt-br>>. Acesso em: 13 jan. 2024.

MUSEU DA GEODIVERSIDADE DA UFRJ. Disponível em: <<https://museu.igeo.ufrj.br/>>. Acesso em: 23 jan. 2024.

MUSEU ITINERANTE DE CIÊNCIAS NATURAIS. Disponível em: <<https://www.museuitinerante.com/>>. Acesso em: 03 jul. 2023.

MUSEU NACIONAL. Disponível em: <<https://www.museunacional.ufrj.br/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

NATIONAL INSTITUTE OF POLAR RESEARCH. Disponível em: <<https://www.nipr.ac.jp/english/>>. Acesso em: 03 jul. 2023.

NATURHISTORISCHES MUSEUM BERN. Disponível em: <<https://www.nmbe.ch/en/recherche-et-collections/meteorite-research>>. Acesso em: 08 jan. 2024.

NATURHISTORISCHES MUSEUM WIEN. Disponível em: <<https://www.nhm-wien.ac.at/>>. Acesso em: 30 dez. 2023.

OBSERVATÓRIO DE FENÔMENOS ATMOSFÉRICOS E AMBIENTAIS. Disponível em: <<https://www.oort.com.br/ofa>>. Acesso em: 11 nov. 2023.

OXFORD ENGLISH DICTIONARY. Disponível em: <<https://www.oed.com/?tl=true>>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PLANETARY AND SPACE SCIENCE CENTER, UNIVERSITY OF NEW BRUNSWICK. Disponível em: <<https://www.unb.ca/fredericton/science/research/passc/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

PORTAL TO THE HERITAGE OF ASTRONOMY. Disponível em: <<https://www3.astronomicalheritage.net/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

PREFEITURA DE CAMPINORTE. Disponível em: <<https://campinorte.go.gov.br/>>. Acesso em: 29 out. 2023.

PROMETE. Disponível em: <<https://www.instagram.com/meteoritosbrasileiros/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL – CPMR. Disponível em: <<http://www.cprm.gov.br/>>. Acesso em: 25 jul. 2023.

SLIDEGO. Disponível em: <<https://slidesgo.com/pt/>>. Acesso em: 15 mai. 2024.

SMITHSONIAN INSTITUTION. Disponível em: <<https://www.si.edu/>>. Acesso em: 03 jul. 2023.

SKETCHFAB. Disponível em: <<https://sketchfab.com/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

STARLIGHT FOUNDATION. Disponível em: <<https://en.fundacionstarlight.org/>>. Acesso em: 07 jan. 2024.

STREWNIFY. Disponível em: <<https://www.strewnify.com/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

SOCIEDADE METEORÍTICA BRASILEIRA. Disponível em: <https://www.facebook.com/people/Sociedade-Meteor%C3%ADtica-Brasileira-SMB/100069622864487/?paipv=0&eav=AfZe0PVXc0Cqw-p7pi-TBr4Y93wyDwxNp3RpO_UCQwvnJOVC33Pnvk831R_efdltW-o&_rdr>. Acesso em: 2 jul. 2023.

SONOTACO. Disponível em: <https://sonotaco.com/e_index.html>. Acesso em: 11 nov. 2023.

THE METEORITICAL SOCIETY. Disponível em: <<https://meteoritical.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.

UCLA INSTITUTE OF GEOPHYSICS AND PLANETARY PHYSICS. Disponível em: <<http://www.igpp.ucla.edu/>>. Acesso em: 20 jul. 2023.

UCLA METEORITE COLLECTION. Disponível em: <<https://meteorites.ucla.edu/>>. Acesso em: 02 jul. 2023.

UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL (IAU). Disponível em: <<https://www.iau.org/>>. Acesso em: 20 mar. 2022.