

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

FACULDADE DE CIÊNCIAS

Helena Ferreira Carrara

**EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA PARA A FORMAÇÃO DO CIDADÃO CIENTISTA:
ANÁLISE DE METEOROS NO ENSINO MÉDIO**

Bauru, SP

2023

EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA PARA A FORMAÇÃO DO CIDADÃO CIENTISTA:
ANÁLISE DE METEOROS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Física, do Departamento de Física e
Meteorologia, da Faculdade de Ciências, da
Universidade Estadual Júlio de Mesquita
Filho, campus Bauru (SP), sob a orientação
do Prof. Dr. Rodolfo Langhi.

Bauru, SP

2023

C313e Carrara, Helena Ferreira
EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA PARA A FORMAÇÃO DO
CIDADÃO CIENTISTA: ANÁLISE DE METEOROS NO
ENSINO MÉDIO / Helena Ferreira Carrara. -- Bauru, 2023
38 p.

Trabalho de conclusão de curso (Licenciatura - Física) -
Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de
Ciências, Bauru

Orientador: Rodolfo Langhi

1. Educação em Astronomia. 2. Análise de Conteúdo. 3.
Ciência Cidadã. 4. Meteoros. I. Título.

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da
Faculdade de Ciências, Bauru. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

HELENA FERREIRA CARRARA

EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA PARA A FORMAÇÃO DO CIDADÃO CIENTISTA:
ANÁLISE DE METEOROS NO ENSINO MÉDIO

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao curso de Licenciatura em
Física, do Departamento de Física e
Meteorologia, da Faculdade de Ciências, da
Universidade Estadual Júlio de Mesquita
Filho, campus Bauru (SP), sob a orientação
do Prof. Dr. Rodolfo Langhi.

Bauru, SP, ____ de _____ de 2023

COMISSÃO EXAMINADORA

Prof. Dr. Rodolfo Langhi

Prof^a. Me. Gleici Kelly de Lima

Prof^a. Me. Jéssica Belíssimo

AGRADECIMENTOS

À minha mãe, *Ana Claudia Ferreira*, que contribuiu sendo minha fortaleza para que este momento fosse possível, por ter investido e acreditado nos meus sonhos.

Ao meu pai, *João Alfredo Carrara*, pela compreensão e ajuda durante este período, sempre minha inspiração como professor.

À minha irmã, *Beatriz Ferreira Carrara*, por ter sido amiga, companheira e sempre me ajudando nos momentos de necessidade durante a graduação.

Aos meus avós, que se orgulham a cada passo que eu dou, me tornando cada vez mais forte.

Ao meu padrasto, *Carlos Damiaty*, pelo seu carinho, sempre se fazendo presente.

Ao *Renato Stanzani*, que me acompanhou e ajudou de todas as formas possíveis e também pelo seu cuidado e amor.

Aos meus amigos, em especial os que acompanharam essa trajetória ao meu lado: *Larissa Rocha*, *Matheus Duarte* e *Guilherme Macedo*, compartilhando aflições e comemorando conquistas juntos;

Maria Paula, *Karime* e *Gabriela*, minhas irmãs de coração, por todo o apoio.

A todos os professores que participaram da minha formação acadêmica e profissional. Em especial:

Ao professor *Rodolfo Langhi*, pela orientação, paciência, acolhimento e ensinamentos ao longo dos quatro anos.

Às professoras *Gleici* e *Jéssica* que contribuíram para a minha formação como professora, que me incentivaram e ensinaram-me valores que vou carregar comigo por toda a vida.

RESUMO

O interesse da população e alunos da educação básica por temas que englobam astronomia eventualmente tem sido despertado principalmente quando ocorrem descobertas sobre o cosmo ou fenômenos astronômicos. Porém, este interesse muitas vezes não é incentivado, deixando o jovem desmotivado a aprender sobre o tema. A Ciência Cidadã tem sido uma nova forma de interação entre os cidadãos e os cientistas profissionais, e, mais especificamente nesse projeto, os astrônomos. Com isso, uma oportunidade de engajamento com a ciência e com o método científico é propiciada à população. Portanto, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma Análise de Conteúdo da produção bibliográfica acadêmica sobre meteoros, ensino de astronomia e Ciência Cidadã. A partir dos indicadores emergentes desta análise, elaboramos uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio visando o desenvolvimento de habilidades de metodologia científica para a análise de registros fotográficos de meteoros. Conclui-se que a importância desse projeto é mostrar o quanto o ensino de astronomia pode contribuir para o desenvolvimento de habilidades do aluno, tanto cognitivas quanto socioemocionais, despertando o interesse para uma aprendizagem significativa, relacionando uma informação nova a ser adquirida com conhecimentos prévios que o aluno já possui, além de incentivar a aprendizagem compartilhada, em que eles se ajudam em equipe e colaboram com astrônomos profissionais, segundo os objetivos da Ciência Cidadã, fortalecendo, portanto, a visão e integridade da Ciência e dos cientistas.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Meteoros; Análise de Conteúdo; Ciência Cidadã.

ABSTRACT

The interest of the population and students of basic education by topics encompassing astronomy has eventually been aroused mainly when discoveries about the cosmos or astronomical phenomena occur. However, this interest is not always encouraged, leaving the student unmotivated to learn about the subject. Citizen science has been a new form of interaction between citizens and professional scientists, and more specifically in this project, astronomers. With this, an opportunity to engage with science and the scientific method is provided to the population. Therefore, this research aimed to perform a content analysis of academic bibliographic production on meteors, astronomy teaching and citizen science. Based on the indicators emerging from this analysis, we present a proposal for the formation of high school students aiming at the development of scientific methodology skills for the analysis of photographic records of meteors. It is concluded that the importance of this project is to show how much astronomy teaching can contribute to the development of students' skills, both cognitive and socio-emotional, arousing interest for meaningful learning, relating new information to be acquired with previous knowledge that the student already has; in addition to encouraging shared learning, where they help each other as a team and collaborate with professional astronomers, according to the objectives of citizen science, strengthening, therefore, the vision and integrity of Science and scientists.

Key-words: Astronomy teaching; Meteors; Content Analysis; Citizen Science.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	8
1.1.	OBJETIVOS	8
2.	FUNDAMENTAÇÃO	9
2.1.	IMPORTÂNCIA DO ESTUDO DE METEOROS	9
2.2.	CIÊNCIA CIDADÃ	12
3.	METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS	15
3.1.	FUNDAMENTOS DA ANÁLISE DE CONTEÚDO CATEGORIAL	15
3.2.	EXEMPLARES DE ANÁLISE	17
3.3.	PRODUTO DAS ANÁLISES: UMA PROPOSTA DE FORMAÇÃO DE ALUNOS ..	22
4.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
5.	REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

O interesse da população e de alunos da educação básica por temas sobre astronomia, eventualmente tem sido despertado, principalmente quando ocorrem fenômenos astronômicos, tais como chuvas de meteoros, ou novas descobertas sobre o universo. De fato, ainda se preserva no íntimo humano o desejo e a necessidade de ampliar seus limites do saber, na ânsia de exploração do espaço e do tempo. Porém, este interesse muitas vezes não é incentivado, seja pelos pais - que não sabem ou não se interessam com a importância desse envolvimento do filho com a ciência; seja pelos professores - os quais, na maioria do seu tempo com o aluno, focam em conteúdos de vestibular, limitando a quantidade de atividades fora da escola; seja até mesmo por colegas - que podem influenciar nessa decisão do jovem - deixando-o sem motivação para aprender mais sobre Astronomia.

Portanto, esta pesquisa teve como objetivo realizar uma Análise de Conteúdo da produção bibliográfica acadêmica sobre meteoros, ensino de astronomia e Ciência Cidadã, fundamentando-se em nossos estudos e resultados anteriores (CARRARA, 2022; CARRARA e LANGHI, 2020; CARRARA e LANGHI, 2021; CARRARA e LANGHI, 2022). A partir dos indicadores emergentes desta análise, apresentamos uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio visando o desenvolvimento de habilidades de metodologia científica para a análise de registros fotográficos de meteoros. Esperamos que nossos resultados contribuam para uma aproximação da Universidade à Escola Básica, valorizando a ciência e seus métodos de investigação da natureza.

1.1 Objetivos

A partir da Análise de Conteúdo da produção bibliográfica acadêmica, o **objetivo geral** deste estudo é elaborar uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio, fundamentada nos princípios da Ciência Cidadã, para o desenvolvimento de habilidades visando a análise de registros fotográficos de meteoros, aproximando a Universidade da Escola Básica, valorizando a ciência e seus métodos de investigação da natureza.

Os **objetivos específicos** são:

- Realizar a Análise de Conteúdo da literatura científica acerca dos temas: Educação em Astronomia, Ciência Cidadã e Meteoros;

- Identificar categorizações da Análise de Conteúdo da literatura e realizar inferências que forneçam subsídios ao Ensino Médio;
- Elaborar uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio visando sua iniciação à Ciência mediante a aproximação deles à metodologia de pesquisa científica usando registros de meteoros por câmeras especiais;

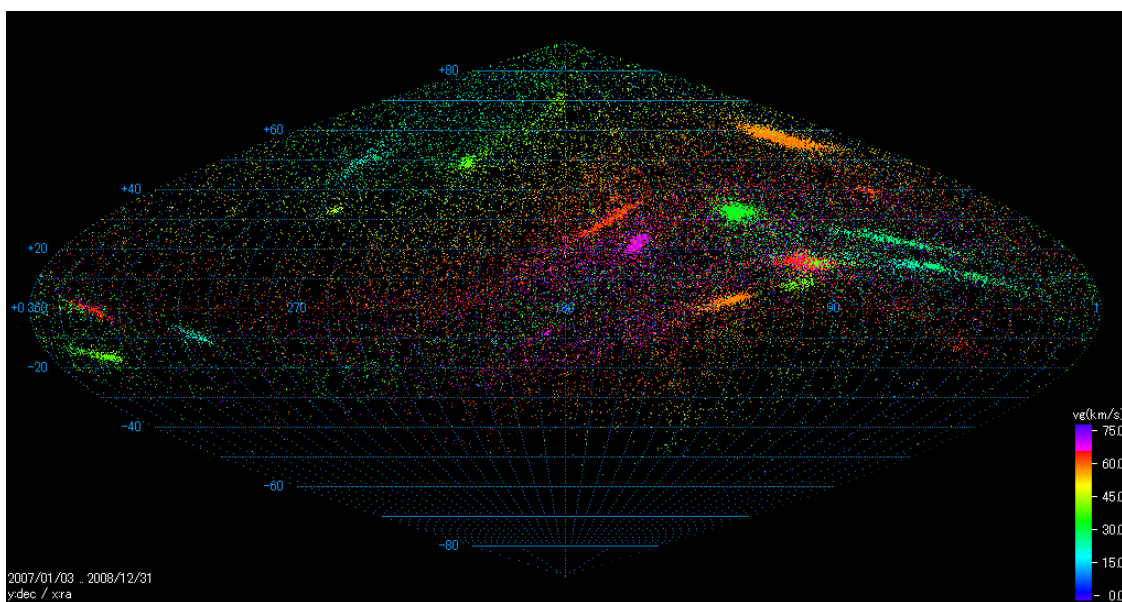
2. FUNDAMENTAÇÃO

2.1 Importância do estudo de meteoros

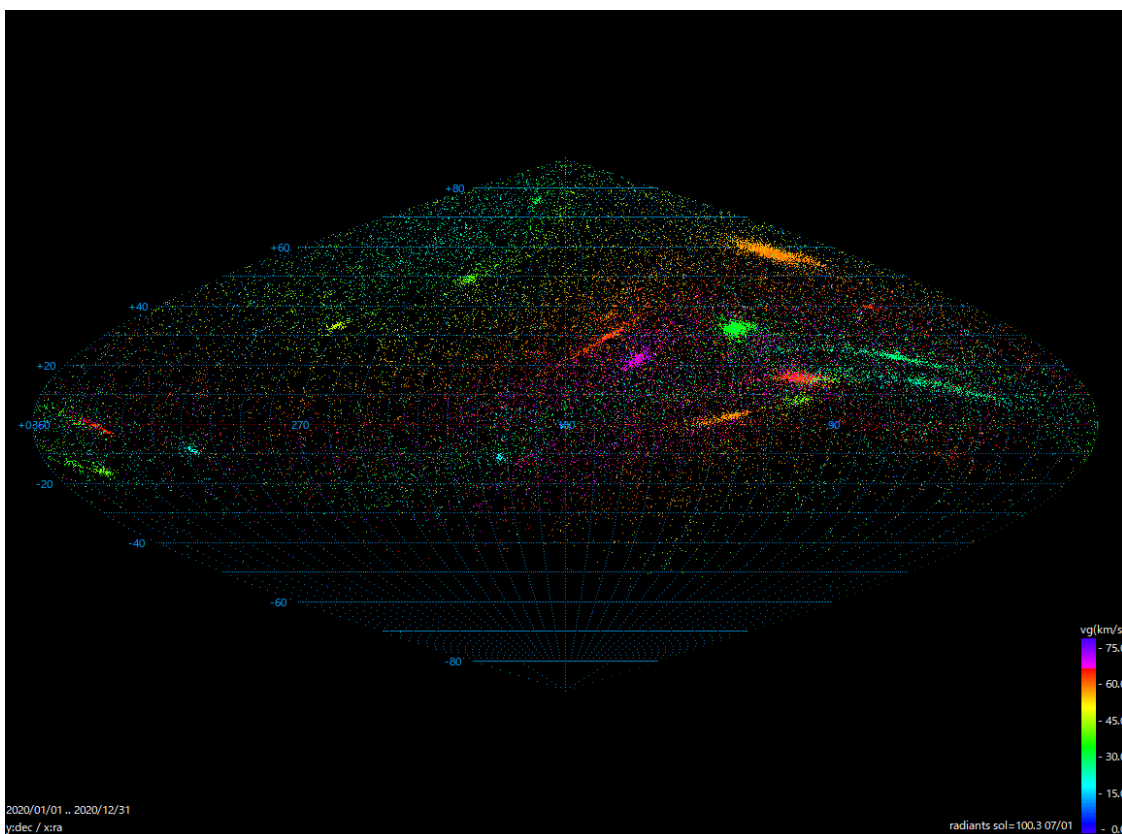
Eventos astronômicos, como as chuvas de meteoros e possíveis impactos de cometas e asteroides, costumam despertar a curiosidade de alunos, os quais sobrecarregam seus professores com perguntas sobre astronomia e a possibilidade de quedas na Terra de corpos provenientes do espaço. Os professores, por sua vez, nem sempre estão preparados para fornecer respostas satisfatórias, uma vez que a sua formação inicial na graduação não lhes possibilitou um contato direto com conteúdos de astronomia (LANGHI e NARDI, 2012).

De fato, é crescente a descoberta de objetos potencialmente perigosos, os quais possuem órbitas próximas à órbita terrestre (NEOs – Near Earth Objects), bem como de novos riantes de chuvas de meteoros no hemisfério norte, onde já temos uma caracterização bem consistente destas chuvas. Por outro lado, há uma grande carência de estudos desta natureza no hemisfério sul, o que justifica parcialmente a importância deste projeto (figura 1).

Chuvas de meteoros identificam fluxos de meteoroides que se aproximam da Terra de uma mesma região/direção e, provavelmente, são originados de um mesmo objeto, como por exemplo um cometa. Nos últimos anos, 112 novas chuvas de meteoros foram comprovadas e mais de 300 foram identificadas. Há uma lista de chuvas de meteoros existentes, mantida pelos dados da IAU (União Astronômica Internacional), porém, pode-se perceber uma falha quando se trata de novos riantes no hemisfério sul: apenas 27 das 112 chuvas de meteoros são pertencentes ao hemisfério sul.



(a)



(b)

Figura 1: (a) Gráfico dos 39.208 meteoros detectados entre 2007 a 2008 pelo trabalho de patrulhamento divulgado por SonotaCo Network. (b) Gráfico dos meteoros detectados no ano de 2020 divulgado por SonotaCo Network. (notar a carência de detecção de raios de chuvas de meteoros no hemisfério sul e a praticamente nula diferença nesses estudos e detecções em mais de uma década).

As chuvas de meteoros no hemisfério sul são mapeadas por radares desde os anos 1950 por W. Graham Elford e seu aluno Alan A. Weiss and Carl Nilsson, em Adelaide, na

Austrália, onde, recentemente, foi desenvolvido um novo tipo de radar meteorológico, já implantado em vários lugares do mundo.

O estudo publicado na *Planetary and Space Science* mostra dados de um levantamento orbital de meteoróides pelas CAMS (Cameras for Allsky Meteor Surveillance) na Nova Zelândia, conduzido entre 2014 e 2016, que confirmou a existência de 21 novas chuvas no hemisfério sul, somente com os dados da CAMS e mais 23 com a combinação dos dados da CAMS, SonotaCo, Edmond e CMN, sendo reportadas para a IAU e acrescentadas na base de dados (JENNISKENS et al, 2018).

De acordo com Jenniskens et al. (2018), com essas 44 novas chuvas detectadas nesse período, agora são 135 chuvas de meteoros catalogadas no hemisfério sul pela CAMS, enquanto no hemisfério norte esse número é de 362. Supondo que as chuvas são distribuídas entre os hemisférios simetricamente, devem haver ainda mais de 200 novas chuvas a serem descobertas e catalogadas, o que mostra a importância de estudos dessa natureza no hemisfério sul.

Por exemplo, há muita confusão entre a classificação de alguns corpos menores como cometas, asteroides, meteoros e meteoritos (LANGHI e NARDI, 2012). Os cometas são corpos de massa relativamente pequena, composta essencialmente de gases congelados e poeira. Essa estrutura forma o núcleo do cometa; seus tamanhos e brilhos aparentes dependem essencialmente das distâncias em relação ao Sol. Outros fragmentos rochosos, com tamanhos que variam entre 0,1mm e 10m, são denominados meteoroides. Os maiores de 10m são chamados de asteroides e os menores que 0,1mm, de grãos de poeira e, eventualmente, meteoroides. Asteroides são corpos rochosos relativamente pequenos, sendo sua maior parte localizada no cinturão asteroidal entre as órbitas de Marte e Júpiter, orbitando o Sol em trajetórias praticamente circulares (PICAZZIO, 2014).

Ao cair na Terra, passando pela atmosfera, alguns destes corpos, como os meteoroides, sofrem atrito com os gases, sendo parcialmente vaporizados e produzindo um rastro luminoso chamado de meteoro. Quando este não é consumido inteiramente pelo atrito e reações químicas, chega no solo, sendo assim chamado de meteorito (PICAZZIO, 2014).

Estes conceitos interligam intimamente a Astronomia com Meteorologia e Física. Por isso, a interdisciplinaridade da Astronomia está contemplada neste projeto. De fato, um dos documentos oficiais anteriormente utilizados para parametrizar a educação nacional, os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais), reconheciam que a astronomia é interdisciplinar,

uma vez que os assuntos a ela relacionados são tratados em diferentes componentes curriculares (BRASIL, 1999). Atualmente, a BNCC (Base Nacional Comum Curricular), cita na unidade temática Terra e Universo, para o Ensino Fundamental, a busca pela compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações, movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Em Vida, Terra e Cosmos, no Ensino Médio, propõe-se que os estudantes analisem a complexidade dos processos relativos à origem e evolução do planeta, das estrelas e do Cosmos, bem como a dinâmica das suas interações (BRASIL, 2017).

Apesar da relevância do ensino sobre este tema, os estudos das concepções alternativas em astronomia demonstram que a maioria da população e dos professores continua persistindo com suas explicações pessoais de senso comum sobre os fenômenos celestes, muitas vezes carregadas de mitos e temores, sendo suas ideias diferentes dos conceitos científicos (LANGHI, 2011), o que evidencia a falha do ensino de Ciências na educação básica e na formação de professores.

2.2 Ciência Cidadã

Com o objetivo de abordar estas problemáticas no ensino, o projeto visa desenvolver uma proposta de projeto para incentivar e orientar os alunos de Ensino Médio para a realização de atividades denominadas de “Ciência Cidadã”, aproximando a Universidade da Escola Básica, sob o contexto de valorização da Ciência e de seus métodos de investigação da natureza. Além disso, essas atividades, desenvolvidas por alunos do Ensino Médio, podem resultar em descobertas científicas reais, contrariamente ao praticado atualmente no ensino escolar, a saber, as atividades e trabalhos escolares simplesmente cumprem a função de quantificar uma nota.

Para se estudar padrões da natureza em larga escala, é necessário uma vasta quantidade de dados a serem coletados em uma variedade de lugares e habitats durante anos ou até mesmo décadas e, uma das maneiras para se coletar esses dados, é através da técnica da Ciência Cidadã, envolvendo o público juntamente com a comunidade científica. Os projetos realizados em grandes escalas necessitam de cidadãos ao redor do mundo para a realização dessa análise e coleta de dados e os resultados obtidos podem ser publicados na literatura científica - sendo os projetos de Ciência Cidadã notavelmente bem sucedidos no avanço do conhecimento científico. Desenvolver e implementar projetos de participação pública que produzam resultados científicos e educacionais, requer um

cuidadoso planejamento, mas essa participação pública na pesquisa científica não é algo novo. Projetos de Ciência Cidadã já eram observados no século XIX e, ao longo do século XX, milhares de voluntários públicos participaram de projetos de monitoramento e análise de dados (BONNEY et al., 2009).

A ideia principal dos projetos de Ciência Cidadã é dividir grandes tarefas em menores e compreensíveis partes para que qualquer pessoa consiga executá-las. Estes projetos envolvem, então, cidadãos não profissionais na área que participam coletando e analisando dados. Existem diversos projetos de Ciência Cidadã em que o cidadão pode escolher a área que mais lhe agrada, variando entre espaço, clima, humanidade, natureza e biologia. Estes projetos são projetados com muito cuidado e reflexão para o cidadão - com o objetivo de permitir que os usuários obtenham ótimos e relevantes resultados - contendo, raramente, problemas abstratos que exigem um grau avançado de conhecimento na área (SIMPSON, 2013).

Segundo Bonney et al. (2009), um projeto de Ciência Cidadã bem sucedido requer uma equipe de desenvolvimento composta por várias disciplinas, como por exemplo: um pesquisador - que garantirá a integridade científica, desenvolverá protocolos que levem à coleta de dados de qualidade e que analisará e publicará os dados depois de coletados; um educador - que explicará a importância do projeto para os participantes, testes piloto e de campo dos protocolos com possíveis participantes, para que sejam desenvolvidos materiais abrangentes de apoio; um cientista da informação - que desenvolverá a infraestrutura de banco de dados e a tecnologia necessária para receber, arquivar, analisar e visualizar os dados do projeto e resultados e, por fim, um avaliador - que garantirá, primeiramente, que o projeto comece com objetivos mensuráveis e, secundamente, para reunir dados para avaliar o sucesso e andamento do projeto com base nesses objetivos. Grupos menores que não possuem todos os membros da equipe, podem se filiar a outras organizações para a ajuda necessária.

Qualquer projeto de Ciência Cidadã possui uma questão crítica: a qualidade dos dados. De acordo com Bonney et al. (2009), para garantir que o público colete e envie dados precisos, são necessárias três coisas: fornecer protocolos claros de coleta de dados, formulários de dados e suporte para que os participantes entendam como seguir os protocolos e enviar suas informações.

Os protocolos usados em projetos de Ciência Cidadã devem ser fáceis de serem executados, explicados de uma maneira simples, direta e clara e que envolva todos os participantes. São estes protocolos que especificam quando, onde e como os dados devem

ser coletados e devem ser definidos em um projeto formal ou plano de ação para coleta de dados que permitirá que a observação feita por vários participantes em diversos locais sejam combinadas para análise (BONNEY, R et al., 2009).

Para fazer o recrutamento dos participantes, é necessário que se conheça o tipo de participante que quer para o seu projeto, com base nos seus objetivos - sempre adaptando o material de recrutamento para àquele público. Já no treinamento, é fundamental que seja fornecido o apoio necessário para que eles compreendam o material e ganhem confiança nas suas habilidades de coleta de dados.

Uma das características mais educacionais da Ciência Cidadã é, sem dúvidas, permitir e encorajar os participantes a manipular e estudar os dados dos projetos. Comumente, os dados do projeto mostrarão fenômenos gerais ou padrões que devem ser estudados mais detalhadamente com estudos direcionados. Com a combinação de vários dados, é possível ilustrar resultados de pequena escala e resolução fina no contexto de padrões de larga escala (BONNEY, R et al., 2009).

A publicação desses resultados é importantíssima para mostrar ao público a contribuição dos cidadãos para com a ciência e esses resultados podem ser medidos de várias maneiras, tais como refletindo maior conhecimento em áreas científicas, na alfabetização científica ou em ambas. Com isso, espera-se também causar uma motivação em novos possíveis participantes.

Um projeto já desenvolvido na Unidade de Ensino das Ciências da Faculdade de Ciências da Universidade do Porto (FCUP), coordenado pelo Planetário do Porto, Centro Ciência Viva é o primeiro projeto de Ciência Cidadã que, simultaneamente, contribuiu para a investigação de uma unidade de investigação nacional em astronomia e que contou com a participação de não especialistas (SILVA, 2020). Nesse projeto, foram analisados espectros de estrelas-padrão e calcularam a respectiva luminosidade, recorrendo ao Data Release 2 da missão GAIA (ESA), e, após aprenderem linguagem de programação Python, os professores produziram um vídeo do trânsito de Mercúrio. Analisaram ainda curvas de luz de estrelas obtidas com o satélite TESS (NASA) pelo método dos trânsitos, para sinalizar, através da plataforma online Planet Hunters, a eventual presença de exoplanetas. Em um segundo momento, desenvolveram iniciativas de divulgação de astronomia junto dos seus alunos e comunidade escolar (SILVA, 2020).

O autor mostra que este projeto permitiu perceber como a Ciência Cidadã, “sem recursos humanos ou financiamento próprios, pode contribuir, com efeitos duradouros e

abrangentes em termos de público, para que a escola se abra à comunidade e esta à escola, e para que o público se abra à investigação e esta se abra ao público” (SILVA, 2020).

A introdução da ciência para crianças é um grande desafio, mas em compensação, pode expandir muito sua perspectiva científica durante seu desenvolvimento altamente formativo e pouco previsível. Pompea e Russo (2021) apontam alguns pesquisadores, como Jerome Bruner e Robert Karplus, que dedicaram seus anos de pesquisa para mostrar o quão efetivo é trabalhar a educação científica com crianças.

Bruner defendia que quaisquer áreas podem ter seus conceitos adaptados para qualquer idade e, que para as crianças, estar ativamente engajado com atividades científicas e demonstrações, seria mais efetivo que dar explicações verbais e matemáticas para o entendimento do assunto. Karplus também compartilhava dessa ideia - em seus estudos, propôs um método para melhorar a educação científica no currículo escolar. Ele desenvolveu um ciclo de aprendizagem, um método que se mostrou eficaz para aprendizes de todas as idades. Este, que se baseava em três fases (exploração, invenção e descoberta), nada mais é que a base para o aprimoramento do método científico como conhecemos e utilizamos hoje.

Uma parceria, então, pode ser formada entre professores e cientistas (que têm mais a oferecer às escolas do que apresentações e demonstrações, sejam elas online ou presenciais) - onde os professores sabem como o aluno aprende e os cientistas sabem a ciência. Ambos podem ganhar com uma maior compreensão de como os jovens alunos aprendem ciência. Com uma orientação correta e ciente dos equívocos e teorias ingênuas, a turma pode, com um enorme sucesso, explorar conceitos científicos.

De acordo com a experiência de Pompea e Russo (2021), alunos brilhantes são os mais frustrados por não terem contato e nem a chance de participarem da exploração e questionamentos da ciência. Inovadores programas de educação científica são construídos em um conceito chamado “capital da ciência” ou “capital científico”. Este se refere à junção de todos os conhecimentos, atitudes, experiências e recursos relacionados à ciência, que os indivíduos constroem, incluindo a ciência que conhecem e aprendem, o que pensam sobre ciência e seu envolvimento diário com a ciência e com pessoas interessadas no assunto. Uma perspectiva baseada em capital do ecossistema educacional incentiva parcerias que oferecem às crianças a oportunidade de aprender sobre as áreas de STEM (ciência, tecnologia, engenharia e matemática) na escola e em outros ambientes e que encorajem a criação de um sistema de apoio ao aluno.

Para levar isso às escolas, esta proposta conta com a Ciência Cidadã em sua raiz, onde os alunos serão os protagonistas, orientados e com treinamentos, coletando e analisando dados científicos de captura de meteoros.

3. METODOLOGIA E ANÁLISE DE DADOS

3.1. Fundamentos da Análise de Conteúdo Categorical

A Análise de Conteúdo Categorical (BARDIN, 1977) foi utilizada a fim de analisar os dados coletados pela revisão bibliográfica. Pode-se compreender superficialmente a Análise de Conteúdo a partir do seguinte trecho:

“Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objectivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens” (BARDIN, 1977, p. 42).

Portanto, a Análise de Conteúdo não é um instrumento de coleta de dados, mas sim um conjunto de técnicas que possibilita interpretar as análises, fazer inferências e, dessa forma, confirmar hipóteses ou descobrir algo novo.

A Análise de Conteúdo tem dois grandes objetivos: a superação da incerteza - ou seja, realizar análises simplesmente sob pontos de vista pessoais ou do senso comum. Assim, sua análise estará fundamentada em um processo de categorização, superando a incerteza e o enriquecimento da leitura, pois exige que seja lido o texto a ser analisado inúmeras vezes, realizar recortes, remontar o texto, entre outros passos, trazendo assim, uma da leitura.

Segundo Bardin (1977), qualquer comunicação pode ser fonte de dados, como por exemplo: textos, entrevistas, questionários, transcrições completas, livros, etc. Por isso, a produção bibliográfica de artigos científicos obtidos por meio de levantamento da literatura foi nossa fonte de dados para a Análise de Conteúdo neste projeto.

Em vista dos objetivos desta pesquisa, a análise categorial, uma das mais utilizadas pelos pesquisadores, foi também a usada neste estudo. Na análise categorial, realiza-se um desmembramento do texto para se obter algumas categorias segundo reagrupamentos analógicos (BARDIN, 1977). Pode-se dizer, então, que a Análise de Conteúdo extrai ao

máximo a mensagem implícita, partindo do pressuposto que o texto analisado tem uma mensagem consciente ou não (por parte de quem realizou) e que essa análise permitirá revelar essa mensagem.

A análise categorial é dividida em algumas etapas, as quais foram replicadas neste trabalho. São elas: pré análise do material, exploração e tratamento. É importante lembrar que em cada uma das etapas a fragmentação do texto é essencial, podendo o texto em unidades, constituindo-se em unidades de registro (palavras, frases, números), de codificação e de contexto (frases caso os elementos codificados forem ambíguos).

Na primeira etapa, da pré análise, realizamos uma leitura flutuante do material, ou seja, uma leitura dinâmica e rápida para a familiarização com os dados que, neste caso, foram os artigos da revisão bibliográfica. Como última parte da pré análise, foram encontrados os indicadores, sendo os aspectos principais para fundamentar a futura interpretação, portanto, são eles que levam às categorias e consequentemente para as inferências.

É na segunda etapa - exploração do material - que é feita a elaboração das categorias, podendo ser criadas antes da análise (a priori) ou durante a análise (a posteriori ou categorias emergentes). No caso do nosso trabalho, as categorias foram criadas ao longo da análise, de forma emergente e, algumas outras previamente. Portanto, pode-se dizer que foram utilizadas as duas formas de elaboração.

Como terceira e última etapa tem-se o tratamento dos dados, onde as inferências são realizadas, conseguindo visualizar qual ou quais as mensagens implícitas por trás do material analisado. Essa interpretação é caracterizada pela subjetividade do pesquisador em questão, porém, com a fundamentação metodológica da Análise de Conteúdo, dando consistência à interpretação (inferência) de acordo com a fundamentação teórica e os objetivos da pesquisa.

3.2 Exemplares de análise

Foram selecionados 30 artigos de diferentes autores numa busca bibliográfica na plataforma Scholar Google, cujos critérios de seleção nortearam-se em descritores relacionados aos três pilares fundamentais da presente pesquisa: educação em Astronomia, Ciência Cidadã e meteoros. Conforme os procedimentos metodológicos discutidos no item anterior, durante a primeira etapa realizou-se a leitura dinâmica de cada um dos artigos, sendo posteriormente re-selecionados 15 deles. Esta filtragem dos 30 artigos iniciais se deu pelo fato de a leitura flutuante revelar que apenas 15 atenderam aos objetivos da pesquisa

segundo as três fundamentações sobre as quais nos apoiamos. Por fim, o *corpus* de análise foi composto pelos 15 artigos, os quais foram revisados criteriosamente, procurando pelas unidades de registro. Elas foram sublinhadas no próprio texto, como exemplificado abaixo.

The southern hemisphere meteor showers are not as well mapped as those on the northern hemisphere. Only 27 out of 112 established showers have negative declinations. The first of these showers, such as the Phoenicids (IAU#256, PHO), were initially identified by visual observers in South Africa, Australia and New Zealand. Early visual observations were summarized by Ronald Alexander McIntosh (1904-1977), an amateur astronomer and journalist with the New Zealand Herald. His 1935 paper "An index to southern hemisphere meteor showers" identified 320 showers derived from visually plotted meteor paths on star

Figura 2: Trecho retirado do artigo "A survey of southern hemisphere meteor showers", p.1. O sublinhado em cor vermelha significa "chuva de meteoros".

science education projects by having a dual purpose. First, like many other projects, citizen-science projects aim to increase participants' knowledge about science and the scientific process, and to change their attitudes toward science and the environment. These changes are supposed to be achieved through the combination of direct participation in a scientific study, interaction with scientists during the project, and

Figura 3: Trecho retirado do artigo "Scientific knowledge and attitude change: The impact of a citizen science project", p. 1101. O sublinhado em vermelho significa "Ciência Cidadã".

Assim, o docente não capacitado e não habilitado para o ensino da Astronomia durante sua formação inicial promove o seu trabalho educacional com as crianças sobre um suporte instável, cuja base pode vir das mais variadas fontes de consulta, desde a mídia até livros didáticos com erros conceituais, proporcionando uma propagação de concepções alternativas. Essas considerações apontam para um ciclo de propagação de concepções alternativas incorporadas nos saberes docentes de conteúdo disciplinar sobre tópicos de Astronomia que perpassam a trajetória formativa docente, expondo o despreparo do professor, que tenta ser superado com a busca de fontes alternativas de informações, mas que também não garantem um embasamento seguro para a sua formação.

Figura 4: Trecho retirado do artigo "Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional". **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, p. 386".

Dessa forma, o conhecimento científico é uma instância privilegiada de relações de poder e, portanto, deve ser socializado e não apenas medianamente entendido por todos, mas, principalmente, usado como meio facilitador do *estar fazendo parte do mundo*(Chassot, 2003). Neste contexto se insere a "Ciência Cidadã", um processo que envolve o público no fazer científico, contribuindo para a formação científica dos cidadãos ao mesmo tempo em que contribui para a realização de projetos científicos de ampla escala

Figura 5: Trecho retirado do artigo "RELATO DE EXPERIÊNCIA DO CURSO DE EXTENSÃO "Ciência Cidadã NAS ESCOLAS"(PROEC-UFABC)", p. 346).

Scientists are often surprised to discover that many school science classes devote little or no time to students actually doing science. We, too, have found that it is increasingly rare for elementary-age learners to perform even simple physical science experiments, despite those activities' proven effectiveness in getting them excited about the subject.⁷ Instead, classes at all

Figura 6: Trecho retirado do artigo "Improving science education: It's not rocket science—it's harder!", p. 28-29. O sublinhado em vermelho significa "estudantes realmente fazendo ciência".

rem parte do currículo escolar, a grande maioria dos professores não foi capacitada para ministrar esse conteúdo durante seus cursos de graduação, com rara exceção do professor de Física do Ensino Médio e, mesmo assim, em poucos casos (BRETONES, 1999). Isto porque cabe ao professor dos anos iniciais do ensino funda-

(a)

- Confusões nas definições de meteoróide, meteoro, meteorito, estrela cadente, asteroide, cometa, planetóide.
- É necessário observar chuva de meteoros com um telescópio ou binóculo.

(b)

Figura 7: Trechos (a) e (b) retirados do artigo "EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS À NECESSIDADE DE UMA AÇÃO NACIONAL". Na figura (b), são dadas concepções alternativas encontradas em professores e alunos.

Faz-se necessário reforçar que as unidades de registro foram sublinhadas em cada um dos quinze artigos lidos, porém, pela limitação de espaço imposta por esta monografia não apresentamos todas as unidades encontradas nesses vários artigos. Por isso, foram escolhidos sete trechos de diferentes textos para demonstrar, acima, como foi realizada essa etapa de determinação das unidades de registro.

Entre os trabalhos revisados, foram encontradas inúmeras unidades de registro, de forma que cada uma foi extraída do texto de acordo com os objetivos trabalhados neste projeto, ou seja, todos os tópicos dos artigos relacionados ao ensino de ciências, à falha de formação de professores, concepções alternativas dos alunos acerca de temas de astronomia, tópicos sobre meteoros, seus componentes e Ciência Cidadã.

As unidades de registro foram, então, reunidas em grupos evidenciando os assuntos relacionados, as quais estão detalhadas na tabela abaixo, juntamente com os indicadores -

ou seja, o que essas unidades de registro, separadas por tópicos comuns, indicam e contribuem para nossa questão de pesquisa.

Unidades de Registro	Indicadores
- Falha no ensino de ciências; - Propagação de concepções alternativas; - Despreparo do professor; - Docente não capacitado; - Livros didáticos com erros conceituais; - Formação inicial limitada; - Senso comum presente no âmbito escolar.	Falha no ensino de ciências apontada fortemente nos artigos, seguido de uma falha também na formação inicial dos professores sobre temas de astronomia, gerando uma explicação dessa temática baseada em senso comum nas escolas. Isso indica que existe um grande desafio na formação de alunos no ensino de ciências e, neste caso, acentuado em astronomia.
- Meteoros; - Magnitude; - Estudo de meteoros no hemisfério sul; - Catalogação de meteoros; - Chuva de meteoros; - Radiante; - Meteoróide; - Asteroide; - Meteorito; - Órbita de meteoros; - Carência de estudos de meteoros no hemisfério sul.	É possível observar uma grande carência de estudos de meteoros no hemisfério sul, bem como a determinação e catalogação de suas componentes, como magnitude, radiante e órbita. Também, quando se fala de educação em astronomia, as diferenças entre meteoróide, asteroide, meteoros e meteoritos são desconhecidas pela maioria dos alunos e professores, o que evidencia mais uma vez a falha do ensino de astronomia nas escolas. Isso indica que é necessário mais estudos dos elementos de análise de meteoros e suas categorizações.
- Ciência Cidadã; - Cidadão cientista; - Projetos de Ciência Cidadã; - Participação pública em pesquisas científicas; - Treinamento de participantes em projetos científicos; - Educação científica; - Pouco tempo para estudantes fazerem ciência na escola nas aulas de ciência.	Quando se trata de Ciência Cidadã, os artigos aumentam em quantidade nos últimos meses. Projetos envolvendo a participação pública, de acordo com os estudos, trazem inúmeros benefícios para a educação científica e também para os cientistas profissionais. Também é perceptível que os alunos da educação básica não têm muito tempo para realizar ciência em sala de aula, o que indica a importância de projetos científicos envolvendo esses estudantes e o impacto que a Ciência Cidadã geraria na educação.

Tabela 1: Detalhamento das unidades de registro e dos indicadores.

Seguindo as etapas de Bardin (1977), a partir destes indicadores que emergiram das unidades de registro, foram criadas categorias e subcategorias (estas últimas sob a forma de questões) visando atingir o objetivo principal deste TCC: a estruturação acerca do que é realmente importante conter em uma proposta de formação de alunos. A primeira categoria foi criada pensando que há um grande desafio na formação dos alunos quando se diz respeito à ciência astronômica, também parcialmente justificada pela falha na formação

inicial de seus professores ao longo da educação básica. Portanto, nesta categoria busca-se fazer um apanhado geral pelo Sistema Solar e suas características.

A segunda categoria diz respeito aos elementos de análise de meteoros e suas categorizações, ou seja, análise de chuvas de meteoros, bem como o radiante dos meteoros capturados, a magnitude aparente, visando contribuir para os dados escassos desse estudo no hemisfério sul. Além disso, ressaltar a diferença entre os corpos asteroide, meteoróide, meteoro e meteorito também se faz necessário.

Já a terceira e última categoria aborda a Ciência Cidadã, a importância e impacto que ela tem sobre a população que a realiza, os benefícios para a educação científica e o que pode gerar também para a comunidade científica com dados oficiais.

Portanto, as categorias e subcategorias são:

1) Desafios na formação de alunos no ensino da ciência astronômica:

- O que é Sistema Solar?
- Como foi formado?
- Quais os corpos que o compõem?
- Quais são suas características?

2) Elementos de análise de meteoros e suas categorizações:

- O que é um meteoro?
- Quais são suas informações básicas (radiante, órbita, magnitude aparente)?
- Qual é a importância de estudos de meteoros no hemisfério sul?
- Qual a diferença entre os corpos: meteoróide, asteroide, meteoro e meteorito?

3) O impacto da Ciência Cidadã:

- Como incentivar a metodologia de pesquisa científica na escola?
- Como a Ciência Cidadã pode contribuir para a formação de alunos?
- Como a análise e coleta de dados referentes a meteoros podem desenvolver habilidades de iniciação científica no jovem brasileiro?

Com os indicadores e as categorias assim definidas, uma proposta de formação de alunos foi elaborada, a fim de contribuir para suprir a falha no ensino de ciências na formação dos jovens - altamente impactados pela formação inicial dos professores e na reprodução de conceitos errôneos à esses alunos, contendo também explicações acerca dos elementos de análise de meteoros e promovendo um maior conhecimento sobre o

sistema planetário em que vivem e utilizando em sua estrutura a Ciência Cidadã, onde os alunos serão os protagonistas e aplicarão o método científico.

3.3 Produto das análises: uma proposta de formação de alunos

Como a visão humana limita-se às observações a olho nu, e o observador consegue ver somente o que está no seu campo de visão, muitos meteoros deixam de ser vistos devido ao seu baixo brilho. Por isso, uma das maneiras de se resolver essa perda é automatizando essas observações e seus registros.

As observações por vídeo têm sido utilizadas atualmente com maior frequência, sendo uma técnica que oferece diversas vantagens e permite uma análise mais detalhada de cada meteoro. Se utilizadas duas estações de observação, separadas a uma distância de no mínimo 20 km, pode-se calcular a paralaxe dos meteoros e, com isso, determinar sua trajetória e a órbita original do meteoróide. Além disso, as posições de possíveis quedas de meteoritos podem também ser trianguladas e o meteorito possivelmente ser encontrado. (IZECSON, COELHO e JACQUES, 2008).

Entretanto, uma única estação de vídeo também pode fornecer diversas informações relevantes aos nossos alunos que farão as análises: ao assistir as gravações, pode-se anotar o horário exato do aparecimento do meteoro e estimar sua magnitude aparente com base nos brilhos já conhecidos de estrelas de referência (note que o valor numérico atribuído à magnitude de um astro é inversamente proporcional ao seu brilho). Além disso, ao pausar o vídeo é possível determinar as coordenadas do meteoro transferindo manualmente sua posição para um mapa celeste (MOLAU, 1995).

Câmeras altamente sensíveis, chamadas “All Sky” têm sido muito utilizadas na astronomia, especialmente para a análise de meteoros. Estas são equipadas com uma lente do tipo “olho de peixe”, proporcionando uma cobertura eficaz de todo o céu.

As imagens do céu são capturadas a cada 10 ou 20 segundos, durante o dia e a noite. Uma forma de unir essas imagens é formar um vídeo time-lapse. O time-lapse é um recurso cinematográfico que transforma uma sequência de muitas imagens em um vídeo curto. Usando esta técnica pode-se armazenar as imagens da câmera em um computador e analisá-las com tranquilidade no dia seguinte (ANDRADE, 2021).

A câmera monitora o céu continuamente durante dia e noite, e suas imagens são transmitidas em tempo real através de um site na internet. No entanto, somente as imagens noturnas são arquivadas e transformadas em um vídeo time-lapse, ficando disponíveis no

próprio site. Sendo assim, para que possamos analisar essas imagens e detectar os meteoros, precisamos fazer o download do vídeo e abri-lo em um leitor de multimídia que possui a opção de reprodução quadro a quadro.

Assim que um meteoro é detectado, congela-se o vídeo e registra-se as seguintes informações em um formulário elaborado a partir de sugestões da IMO (RENDTEL e ARLT, 2017):

1. Dados fixos: nome completo do observador, identificação e coordenadas da estação, data do vídeo, horário de início e final do vídeo;
2. Número do meteoro em ordem de detecção;
3. Tipo do meteoro (esporádico ou da chuva identificada);
4. Horário exato do aparecimento do meteoro;
5. Magnitude aparente;
6. Coordenadas aproximadas do ponto inicial e final do meteoro.

Embora este trabalho possa ser razoavelmente cansativo, ainda apresenta diversas vantagens em relação à observação visual, uma vez que eventos inseguros podem ser descartados ao serem revistos na gravação. Além disso, a magnitude aparente pode ser estimada com maior precisão, pois temos mais tempo para identificar as estrelas de fundo, recordar sua magnitude e compará-las com o brilho do meteoro. O tempo do meteoro também pode ser mais facilmente obtido, bastando verificar o relógio da câmera (MOLAU, 1995).

As coordenadas do meteoro também são uma informação de grande relevância, e para identificá-las projetamos manualmente o meteoro observado no software Stellarium, onde o aluno consegue clicar em um ponto ou estrela próxima ao ponto inicial e final do traço do meteoro avistado no vídeo. Assim, os alunos conseguem obter as coordenadas de AR e Dec do ponto inicial e final do traço do meteoro.

Com isso, pretende-se que os alunos participantes consigam, através do software Stellarium e com as informações obtidas, analisar e informar quais são as principais características do radiante do meteoro capturado.

Para que isso seja possível, devem acontecer reuniões com alunos selecionados previamente de primeiras e segundas séries do Ensino Médio. O curso proposto é o produto da interpretação das categorias criadas com as indicações das unidades de registro a partir da Análise de Conteúdo.

A seleção dos alunos interessados pode ser feita através do google forms, requisitando os seguintes dados: e-mail, nome completo, idade, série, qual a disponibilidade durante a semana para as reuniões e uma justificativa em formato de um pequeno texto dos motivos pelos quais querem participar.

Os alunos devem utilizar as imagens coletadas pela câmera All Sky localizada em Jacarezinho, Paraná, que ficam disponíveis diariamente pelo site: <https://projetoicaro.gsl.br/allsky/>. Para a visualização das imagens, os participantes têm que fazer download do arquivo contendo os frames capturados do dia e usar o aplicativo MPC-HC.

Com reuniões semanais ao longo de 2 meses, com a duração de uma hora e meia aproximadamente, contando seis reuniões presenciais para a finalização do trabalho, os alunos entram em contato com o conteúdo sobre corpos menores do Sistema Solar e um maior treinamento de como seria realizado a análise de dados. A seguir, um modelo de reuniões e o que será proposto em cada uma delas será detalhado.

As reuniões devem ser realizadas com alunos do Ensino Médio, prioritariamente com primeira e segunda série. Isso se dá ao fato de que os alunos da terceira série muitas vezes não têm disponibilidade pois estão com muitas atividades extra-classe e focados apenas em estudar conteúdos cobrados na escola por conta do vestibular. Esses alunos se inscrevem pelo formulário que será disponibilizado, justificando o motivo de quererem participar do projeto - deve-se especificar que a seleção será feita com base nessa justificativa, onde eles deverão mostrar interesse e comprometimento com o projeto.

Na primeira reunião, os alunos são apresentados ao projeto em si, o que o professor responsável está desenvolvendo, o porquê do projeto, seus objetivos e metodologia, além do cronograma de todas as reuniões que seriam feitas ao longo do projeto.

Após esse momento, o professor faz uma explicação detalhada sobre assuntos do Sistema Solar: “O que é Sistema Solar? Como foi formado? Quais os corpos que o compõem? Quais são suas características? Porque e como acontecem as chuvas de meteoros?”. Também podem ser expostos com mais atenção os corpos menores - que são o alvo do trabalho. Durante a explicação, espera-se interação e questionamentos por parte dos alunos.

Na segunda reunião, os passos a serem seguidos para conseguirem fazer a análise devem ser ensinados: como baixar os programas Stellarium e o MPC-HC para reprodução do vídeo, o site da câmera e também como baixar o vídeo e reproduzi-lo frame a frame.

Ao abrir o MPC-HC, já com o vídeo da noite que irá analisar salvo, clicar em abrir arquivo, como especificado na figura abaixo para conseguir realizar a análise frame a frame do vídeo time-lapse capturado pela câmera Allsky.

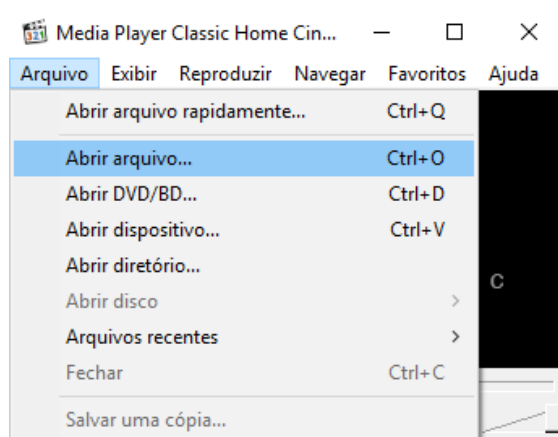


Figura 8: MPC-HC para reproduzir vídeo time-lapse frame a frame.

Após colocar o vídeo para reproduzir no aplicativo, deve-se pausar o vídeo e com as teclas *Ctrl* e setas para esquerda (voltar o frame) e direita (avançar o frame), o aluno conseguirá analisar cada um dos frames separadamente e, como a exposição de cada imagem é de 23 segundos, ao passar ou voltar apenas um frame, a diferença será desse mesmo tempo (figura 3).



Figura 9: Em um mesmo vídeo, um frame (a) seguido do outro (b) com diferença de 23 segundos (tempo de exposição).

Juntamente com a professora, os alunos devem assistir um vídeo escolhido por ela e analisando em conjunto, enquanto é explicado sobre os falsos positivos, ou seja, algo que pode parecer um meteoro mas na verdade são iluminações de carro, aviões, satélites e até mesmo ruídos da própria câmera. Faz-se necessário ressaltar aos alunos que um mesmo meteoro não aparecerá em mais de um frame consecutivo, pois o tempo de exposição máximo da câmera é de 23 segundos, o que não seria possível para um meteoro durar mais que esse tempo na sua trajetória ao adentrar a atmosfera.

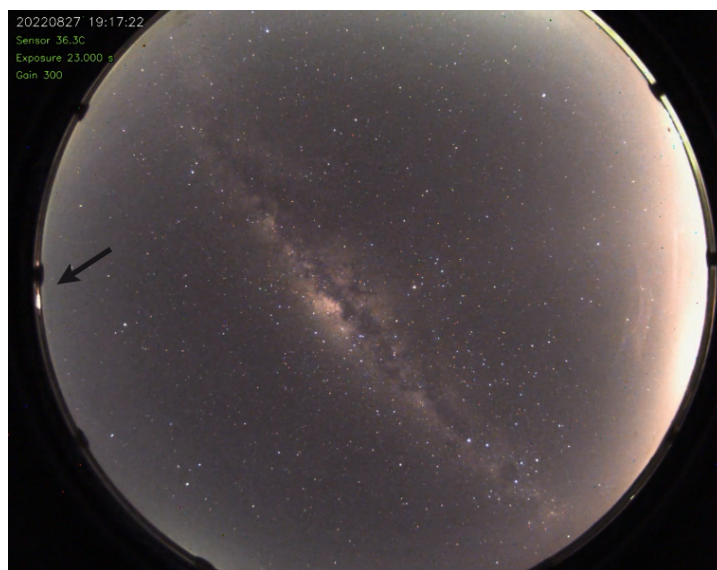


Figura 10: Falso positivo - luz de carro.



Figura 11: Falso positivo - interferência na câmera.



Figura 12: Falso positivo - satélite. Note que o traço segue uma trajetória ao longo de vários frames seguidos.

Ao longo do vídeo, os alunos precisam anotar os horários que apareciam objetos que acreditaram ser meteoros e também tirar dúvidas do que poderia ser ou não. Como o professor já terá analisado o vídeo previamente, no final da reunião os alunos vão conferir os horários dos que eles anotaram com os do professor.

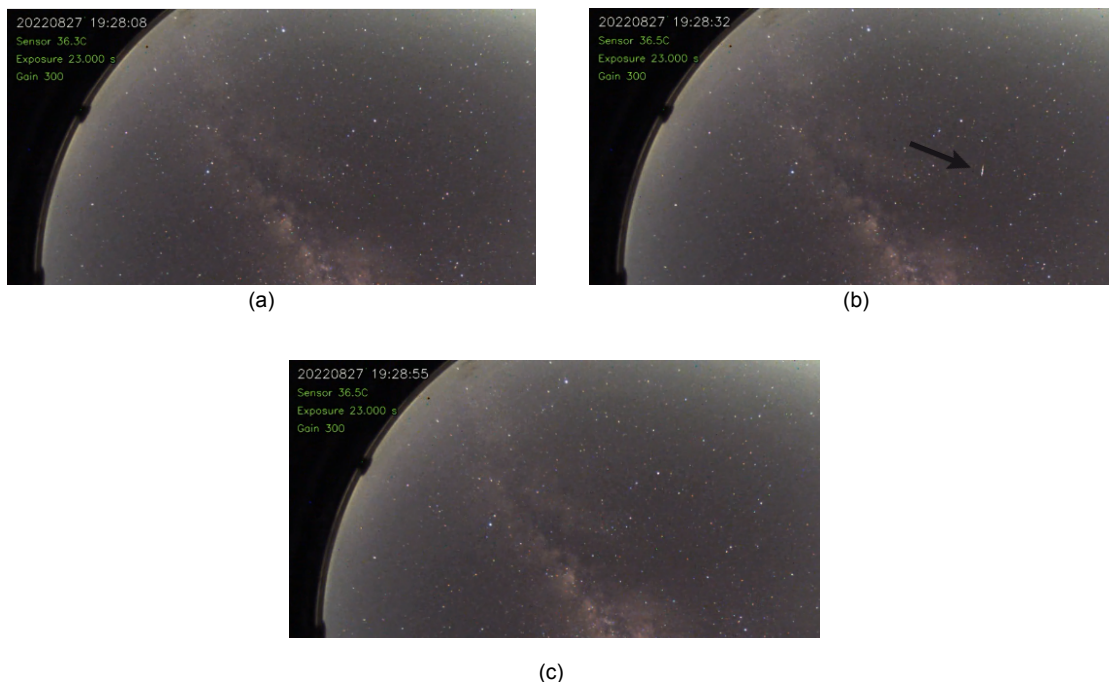


Figura 13: Meteoro na imagem (b). Repare que as figuras (a) e (c) são frames anteriores e posteriores, respectivamente, ao meteoro em (b).

Na terceira reunião, os alunos já devem estar preparados para começarem a aprender como serão feitas essas análises dos dados, como extrair informações do vídeo assistido. Para isso, necessitam do software Stellarium como ferramenta e deve ser ensinado para eles como manusear para encontrar as informações necessárias para preencher o formulário.

Outro passo importante é ensinar como identificar as coordenadas e horários do local da câmera (Jacarezinho-PR), como usar o complemento de medição angular e encontrar as coordenadas dos pontos finais e iniciais dos meteoros pela grade equatorial, como encontrar a magnitude - comparando com estrelas no mesmo vídeo e, por último, como caracterizar o meteoro com um radiante de chuva ou se é esporádico.

Ao iniciar o Stellarium, há uma aba de comandos embaixo e uma também na lateral esquerda. Para começar a configurar com o que será utilizado, a aba da esquerda é usada para colocar a localização, data e hora e a ferramenta de medição angular para futura análise.

Com a primeira figura selecionada, poderá ser vista a sua legenda: Janela de localização. Ao clicar, abrirá uma aba para colocar a cidade da qual se quer ver o céu (neste caso, Jacarezinho-PR, pois a câmera está localizada nessa cidade).

Ao colocar a cidade de Jacarezinho, as outras informações, como latitude, longitude, altitude, serão preenchidas automaticamente pelo programa.



Figura 14: Comandos na lateral esquerda do Stellarium. O destacado: Janela de localização.

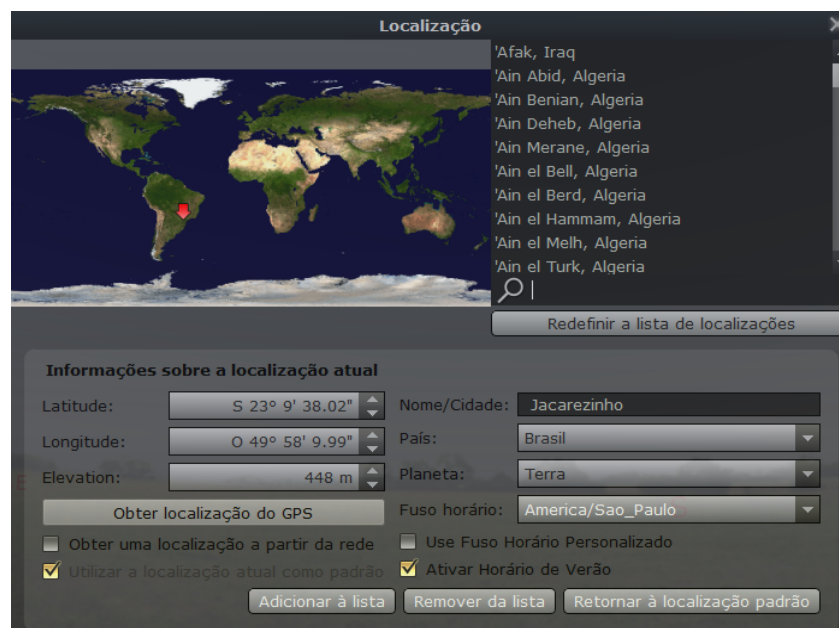


Figura 15: Janela de localização configurada para Jacarezinho-PR.

Com a localização definida, o próximo passo é colocar a data do vídeo que será analisado e o horário do meteoro já anotado quando o vídeo foi visto previamente. Neste caso, quando houver mais de um meteoro, basta colocar os horários respectivos a cada um, mesmo que na mesma data. É importante ressaltar que o relógio corre normalmente

sozinho ao longo do tempo, então, para uma maior precisão - pois no vídeo é dado até os segundos - deve-se pausar o tempo nos comandos inferiores.



Figura 16: Janela de Data e Hora.

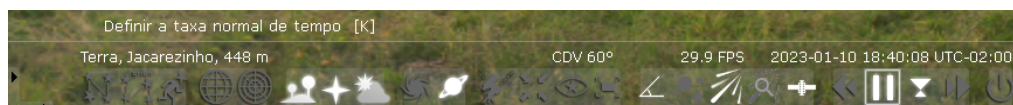


Figura 17: Comandos inferiores. Destacado: pause do tempo.

Para encerrar os ajustes, o último passo é abrir as configurações, selecionar a aba de complementos e, ao final da lista, se encontra a ferramenta de medição angular - clicar em “carregar ao iniciar”, ou seja, para que esta funcione normalmente, terá de ser fechado o software e aberto novamente. Assim, quando abrir de novo o programa, a ferramenta já estará pronta para ser utilizada.

Essa ferramenta é utilizada para descrever o trajeto do meteoro ao longo da tela, facilitando assim para realizar as medidas de ascensão reta e declinação.



Figura 18: Janela de configuração - com a aba de complementos aberta e selecionada a medição angular.

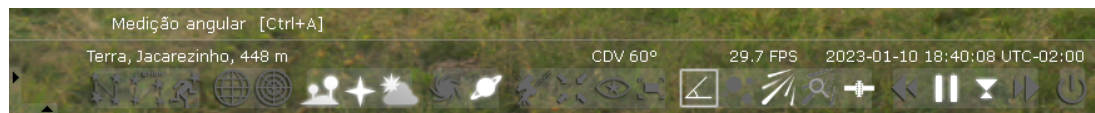


Figura 19: Comandos inferiores. Destacado: medição angular.

Agora, o programa está pronto para analisar o vídeo. Com isso, o aluno pode abrir o vídeo e comparar no Stellarium, deixando-os similares, ou seja, com a mesma data e horário, coordenadas e também na mesma posição para facilitar o processo de análise, como nas imagens abaixo.

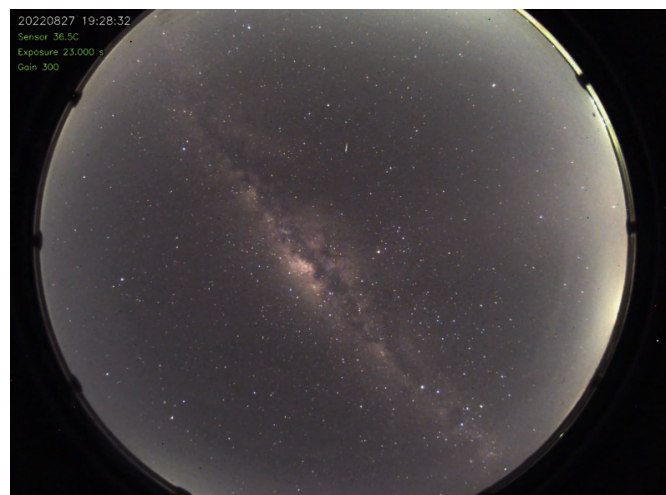


Figura 20: Print do vídeo a ser analisado (exemplo), do dia 27/08/2022.

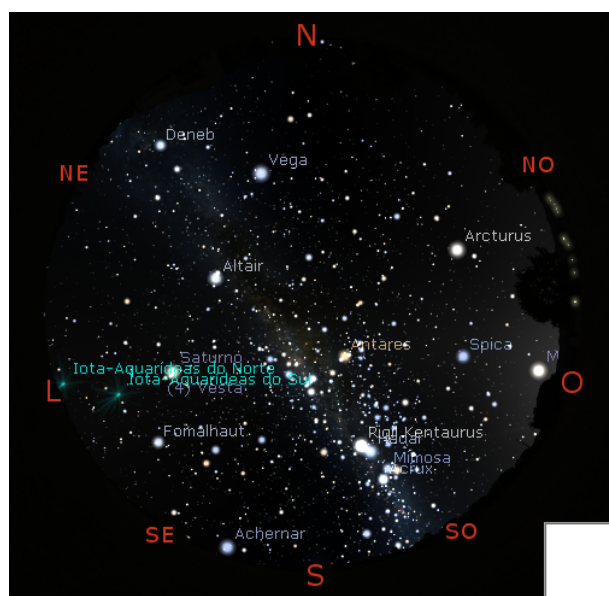


Figura 21: Stellarium colocado na mesma localização, dia e horário da figura 20.

Com isso, é possível agora, com a ferramenta de medição angular, selecioná-la e desenhar o meteoro com a maior precisão de localização possível. Feito isso, deve-se apertar a tecla “E”, o que vai colocar a grade equatorial, para poder, assim, ver os pontos iniciais e finais do meteoro e anotar as ascensões retas e declinações.

Comparando também com o Stellarium, o aluno deve prestar atenção nas estrelas de fundo e se perguntar: “Qual delas tem o brilho semelhante ao meteoro que estou analisando?”. Ao achar uma com magnitude parecida, é só clicar em cima da estrela, que uma caixa de informações (como na figura abaixo) abrirá. Assim, ele consegue anotar também a magnitude aparente do meteoro.

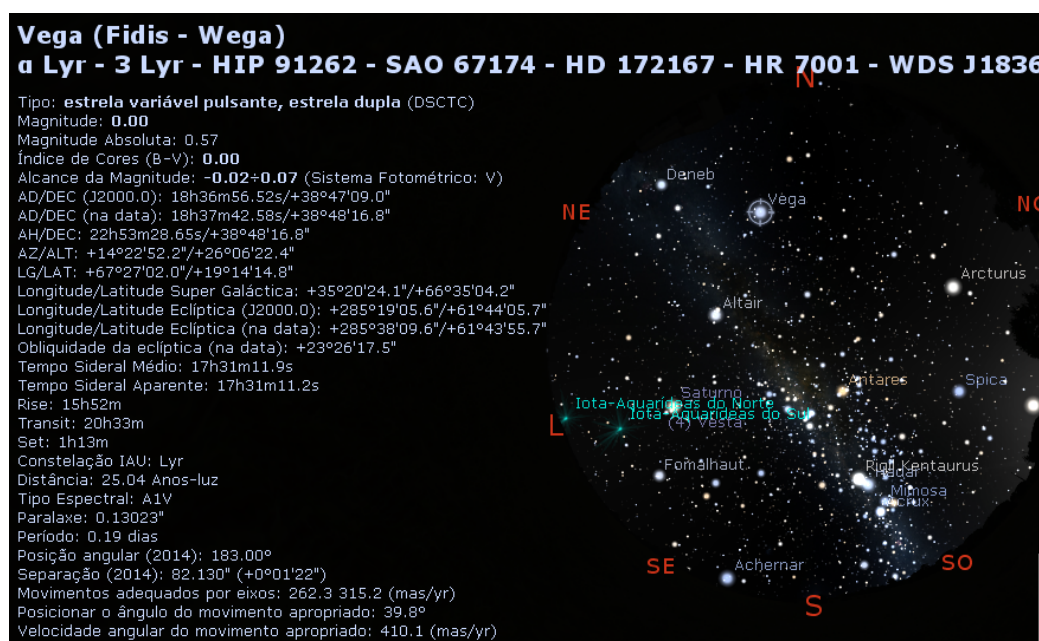


Figura 22: Informações sobre a estrela selecionada (Vega). Se atentar à diferença entre magnitude aparente e absoluta - neste caso será utilizada a magnitude aparente (ou só magnitude para o Stellarium).

Como são muitos detalhes a serem apresentados, essa reunião provavelmente será totalmente dedicada a isso, sem práticas, somente ensinado como fazer. Porém, na próxima reunião, os alunos já devem iniciar as próprias análises.

Em torno de uma semana, eles tendem a se acostumar com as análises e manipular o software, bem como treinar os olhos para futuras capturas que seriam usadas como dados oficiais do projeto. Nessa semana, então, eles fazem a análise de todos os meteoros que eles haviam encontrado na segunda reunião e todos os alunos analisam o mesmo vídeo, a fim de que eles possam realmente treinar e também ajudar uns aos outros quando houver dúvidas.

Na quarta reunião, os alunos devem entregar preenchida com os dados dos meteoros de treino uma planilha confeccionada pelo professor responsável. Assim, os dados são conferidos pelo professor e definido se estão preparados para as análises oficiais que seriam parte do resultado desse trabalho.

Se ainda houver dúvidas e muitos erros nas análises por parte dos alunos, recomenda-se que sejam feitas mais algumas reuniões de treinamento com os estudantes para que fique claro que eles consigam manipular bem o software e extrair informações corretas acerca dos meteoros analisados. Se não houverem maiores dúvidas, é necessário que o professor divida os dias que cada aluno irá trabalhar, por exemplo: dividir os dias do inverno do ano para que os alunos possam analisar as características dos meteoros em uma estação específica. É interessante analisar os dados do inverno pois não há muitos períodos de chuva, então a chance do céu estar aberto e haver mais meteoros para análise é maior.

Será então disponibilizada uma planilha compartilhada online para que o professor consiga acompanhar as análises, se os alunos estão preenchendo corretamente e também verificar se os prazos estão sendo cumpridos.

A planilha pode ser compartilhada com a turma, de modo que possam preenchê-la conjuntamente, ou cada aluno poderá preenchê-la individualmente ou em duplas. A decisão fica a cargo do professor, mas é importante que a planilha tenha os seguintes campos de preenchimento para coleta de dados:

- Data da noite analisada
- Horário inicial do vídeo
- Comentários sobre condições climáticas naquela noite
- Horário exato do meteoro
- Se o meteoro é de uma chuva ou esporádico
- Nome da chuva de meteoros ao qual ele pertence
- Magnitude aparente máxima do meteoro
- Coordenadas equatoriais de AR (hh mm) e Dec ($^{\circ}$ ') do ponto 1 do traço
- Coordenadas equatoriais de AR (hh mm) e Dec ($^{\circ}$ ') do ponto 2 do traço
- Comprimento do traço do meteoro (graus)
- Tempo de exposição do frame (s)
- Observações geral (se houve fragmentação, quantidade de fragmentos, rasto persistente, bólido, etc)

O professor que irá aplicar deve estar preparado para dúvidas como: Qualquer ponto que aparece em um só frame pode ser considerado um meteoro? Devo focar mais nos que aparecem como um risco ou também posso analisar o ponto? Se o risco é um pouco mais longo, pode prolongá-lo até a o radiante marcado como chuva para ver se pertence à ela?

Na última reunião, recomenda-se que os alunos apresentem seus trabalhos e resultados à turma, talvez em formato de pôster, a fim de familiarizar-se com o processo de construção do conhecimento científico no meio acadêmico, como ocorre, por exemplo, em congressos de iniciação científica de universidades. É interessante pensar na possibilidade de convidar um pesquisador da área para assistir suas apresentações, com o objetivo de receberem sugestões e críticas acerca de seus resultados e de experimentarem o contato com um representante da comunidade científica.

Para além de resultados sobre meteoros, os alunos podem ser convidados a apresentarem um relato pessoal sobre a importância de sua participação neste projeto, o impacto em suas vidas, sua visão sobre Ciência antes e após seu envolvimento nesta formação, suas impressões sobre o cientista que os visitou, motivações futuras em suas carreiras, perspectivas pessoais e profissionais, além de *feedbacks* sobre os encontros formativos e o que podem sugerir para próximas edições. Deste modo, seus discursos podem se tornar um importante *corpus* de análise para pesquisadores da área de Educação em Ciências.

Finalizando a apresentação detalhada dos encontros, conforme os parágrafos anteriores, sintetizamos no quadro 2 a programação desta proposta de formação de alunos, elaborada a partir da Análise de Conteúdo dos artigos acadêmicos levantados na bibliografia de referência.

Reunião	Conteúdo
1	Apresentação do projeto - metodologia, motivações. Introdução à temática de astronomia - explicações acerca do Sistema Solar, sua formação e composição.
2	Como baixar os programas MPC-HC e Stellarium e como reproduzir os vídeos frame a frame.
3	Como manusear o Stellarium para obter todas as informações necessárias.
Semana de treino entre as reuniões 3 e 4	Analisar, com o que aprenderam no Stellarium, os meteoros encontrados na reunião 2 a partir da reprodução frame a frame.
4	Entrega das planilhas pelos alunos, com as informações obtidas dos meteoros analisados ao longo da semana de treino. O professor confere junto com os alunos e tira dúvidas restantes.
5	Se ainda houver muitas dúvidas e dificuldades por parte dos alunos, é necessário mais uma reunião para instruí-los. Se não houver mais dúvidas, o professor deve escolher um período de

	capturas e dividir entre os alunos para que eles façam a análise, assim como mostrar a planilha e explicar como preenchê-la.
Semanas entre as reuniões 5 e 6 (tempo determinado pelo professor)	Análise oficial de dados
6	Alunos apresentam seus resultados finais, em uma proposta de formato de congresso de iniciação científica, expondo como coletaram esses dados, fizeram a análise e qual o impacto em suas vidas que o projeto de Ciência Cidadã realizou.

Tabela 2: Quadro da proposta sintetizada da formação de alunos.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Análise de Conteúdo das publicações acadêmicas selecionadas possibilitou a emergência de subsídios para a elaboração de uma proposta de formação de alunos do Ensino Médio sobre a temática de Astronomia, em especial, Corpos Menores do Sistema Solar, mais particularmente meteoroides e meteoros.

De acordo com os artigos acadêmicos selecionados, foi possível identificar falhas no ensino dessa ciência durante a fase do ensino básico, bem como o potencial da Ciência Cidadã para a construção do conhecimento científico em crianças e adolescentes. Ficou evidente também que a importância da Ciência Cidadã não é apenas para o desenvolvimento de habilidades cognitivas do aluno, mas também para as competências socioemocionais, despertando o interesse para uma aprendizagem mais significativa - relacionando uma informação nova a ser adquirida com conhecimentos prévios que o aluno já possui. Além disso, a Ciência Cidadã tem um forte papel no que diz respeito ao incentivo da aprendizagem compartilhada, quando os alunos colaboram entre si em equipe, ao mesmo tempo em que compartilham seus dados com astrônomos profissionais, participando efetivamente no processo de construção do conhecimento científico, conforme constatado parcialmente em nossos estudos anteriores (CARRARA e LANGHI, 2022). Entende-se também, pela análise dos artigos deste trabalho, que há falta de interesse em promover a formação de sujeitos críticos, uma formação necessária que deveria estar presente desde os anos iniciais de estudo.

A proposta fornecida por este trabalho pode, portanto, auxiliar professores da educação básica no ensino mais envolvente na Ciência - não apenas pela temática de Astronomia em si - mas também pela motivação em buscar por outros programas de Ciência Cidadã e, assim, colocar os alunos em contato com o método científico. Embora

esta proposta seja voltada para o Ensino Médio, é possível adaptá-la ao Ensino Fundamental. Aliás, é de extrema importância que os estudantes não entrem em contato com o método científico apenas no Ensino Médio, mas desde pequenos, com adaptações que motivem a criança a procurar respostas a questões problematizadoras e elaborar hipóteses, envolverem-se em observações da natureza, registrar suas observações, formularem explicações, apresentarem à turma seus registros, refletirem coletivamente sobre suas respostas.

Também espera-se, após a aplicação futura dessa proposta, contribuir com dados atualmente escassos no hemisfério sul sobre riantes de meteoros conhecidos e ainda desconhecidos, caracterizando as chuvas de meteoros e seus principais elementos, como posição exata de riantes, taxas horárias zenitais, magnitude, posição do meteoro (ascensão reta e declinação), além de incentivar e orientar alunos do Ensino Médio.

Neste momento de incertezas públicas e intensa divulgação de falsas informações e notícias científicas com sérios erros conceituais (algumas propositalmente, outras por falhas de comunicação entre cientistas e jornalistas), em que o negacionismo científico parece querer ganhar forças, passa a ser extremamente importante uma formação de alunos sob abordagens como as deste trabalho, em que a Ciência é parte fundamental do processo de ensino e aprendizagem, potencializando a atuação de alunos como cientistas cidadãos, sendo protagonistas (ou coadjuvantes) no processo da construção do conhecimento científico e do próprio aprendizado.

Ao tratar de novas abordagens de ensino, mesmo que os alunos não tenham necessariamente aprendido determinados conteúdos, apartando-os da rotina das aulas tradicionais e expositivas, ele pode sentir-se mais motivado, interessado e deslumbrado com essa nova forma de aprendizagem fundamentada na Ciência Cidadã. Diante disso, novas possibilidades de propostas de formação de alunos podem ser abordadas em continuação deste trabalho, por exemplo, a elaboração de propostas por meio da Ciência Cidadã com professores de outras áreas, tais como geografia, matemática, biologia e química, permitindo que a formação seja interdisciplinar. Visando futuros estudos, é interessante pensar em propostas mais inclusivas, com materiais adequados e que todos possam ter acesso ao “fazer ciência”.

5. REFERÊNCIAS

ANDRADE, T. B. Estudo de meteoros com o Projeto Patrícia (Patrulhamento Investigativo do céu por Imageamento Automático). In: LANGHI, R.; RODRIGUES, F. M. **Interfaces da educação em astronomia: currículo, formação de professores e divulgação científica** (vol. 2). São Paulo: Livraria da Física, 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977. ISBN 972-44-0898-1.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC): **BNCC** (Base Nacional Comum Curricular). Educação Básica, 2017.

BONNEY, R. et al. Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. *BioScience*, v. 59, n. 11, p. 977-984, 2009.

CARRARA, H. F. Projeto Caça Asteroides: resultados que superam a descoberta de asteroides. In: LANGHI, R.; RODRIGUES, F. M. **Interfaces da Educação em Astronomia: currículo, formação de professores e divulgação científica**. São Paulo: Editora LF, 2022, p.255 - 271.

CARRARA, H. F.; LANGHI, R. Ensino de astronomia na Educação Básica: o patrulhamento investigativo do céu noturno por imageamento automático de meteoros. In: Congresso de Iniciação Científica, 32, São Paulo, 2020. **Anais...** São Paulo, 2020.

CARRARA, H. F.; LANGHI, R. Projeto Caça Asteroides: resultados que superam a descoberta de asteroides. In: Congresso de Iniciação Científica, 31, São Paulo, 2021. **Anais...** São Paulo, 2021.

CARRARA, H. F.; LANGHI, R. Educação em astronomia para a formação do cidadão cientista. In: Congresso de Iniciação Científica, 34, São Paulo, 2022. **Anais...** São Paulo, 2022.

GHILARDI-LOPES, N.; DE ARAÚJO KAWABE, L.; VENÂNCIO, R. RELATO DE EXPERIÊNCIA DO CURSO DE EXTENSÃO “CIÊNCIA CIDADÃ NAS ESCOLAS”(PROEC-UFABC).

IZECSON, A.; COELHO, A.; JACQUES, C. Criação de uma rede brasileira de câmeras de vídeo automáticas para observação de meteoros. In: Encontro Nacional de Astronomia, 11, Maceió, 2008. **Anais...** Maceió, 2008.

JENNISKENS, P. et al. A survey of southern hemisphere meteor showers. **Planetary and Space Science**, v. 154, p. 21-29, 2018.

LANGHI, R. **Análise de Conteúdo (Bardin)**. Youtube: [s. n.], 2020. Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=Qylu8-_qB1s&t=934s. Acesso em: 15 ago. 2022.

LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.2: p.373-399, ago. 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R.. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

MOLAU, S.; ÄNDERUNG, I. **Sterne und Weltraum**. 1995.

PICAZZIO, E. Céu aparente, Sistema Solar e exoplanetas. In: **Corpos menores do Sistema Solar**. São Paulo: USP/UNIVESP/EDUSP, 2014, p. 125-154.

POMPEA, S.; RUSSO, P. Improving science education: It's not rocket science—it's harder!. **Physics Today**, American Institute of Physics, v. 74, ed. 9, p. 26, 1 set. 2021. DOI 10.1063/PT.3.4833. Disponível em: <https://physicstoday.scitation.org/doi/10.1063/PT.3.4833>. Acesso em: 24 jan. 2022.

RENDTEL, J.; ARLT, R (ed). **Handbook for meteor observers**. Potsdam: IMO, 2017.

SILVA, R. **FCUP desenvolve projeto de Ciência Cidadã sobre astronomia: coastro é um projeto desenvolvido na unidade de ensino das ciências na fcup**. CoAstro é um projeto desenvolvido na Unidade de Ensino das Ciências na FCUP. 2020. Disponível em: https://sigarra.up.pt/fcup/pt/noticias_geral.ver_noticia?p_nr=61513. Acesso em: 27 jan. 2021.

SIMPSON, R. Explainer: what is citizen science?. In: SIMPSON, Robert. **The Conversation**. [S. l.], 15 ago. 2013. Disponível em: <https://theconversation.com/explainer-what-is-citizen-science-16487>. Acesso em: 18 jan. 2022.