

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

ASTRONOMY EDUCATION FOR THE FORMATION OF CITIZEN SCIENTIST: METEOR ANALYSIS IN HIGH SCHOOL

Helena Ferreira Carrara¹

Rodolfo Langhi²

Resumo: 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 para alunos de Ensino Médio que visa o desenvolvimento de habilidades de metodologia científica para 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 cognitivas e socioemocionais nos estudantes. Isso desperta o interesse para uma aprendizagem significativa, que é quando uma nova informação se relaciona com conhecimentos prévios que o aluno já possui, e pode incentivar a aprendizagem compartilhada, em que eles se ajudam em equipe e colaboram com astrônomos profissionais. Tal proposta vai ao encontro dos objetivos da Ciência Cidadã, os quais fortalecem a visão e integridade da Ciência e dos cientistas.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; meteoros; análise de conteúdo; Ciência Cidadã.

Abstract: This research aimed to carry out a content analysis of the academic literature on meteors, Astronomy teaching and Citizen Science. Based on the indicators emerging from this analysis, we developed a training proposal for high school students aimed at developing scientific methodology skills for analyzing meteor photographic records. It is concluded that the importance of this project is to show how much the teaching of Astronomy can contribute to the development of cognitive and socio-emotional skills in students. This awakens the interest for meaningful learning, which is when new information is related to prior knowledge that the student already has, and can encourage shared learning, in which they help each other as a team and collaborate with professional astronomers. This proposal meets the objectives of Citizen Science, which strengthen the vision and integrity of Science and scientists.

Keywords: Astronomy teaching; meteors; content analysis; Citizen Science.

1 Introdução

¹ Graduação em Licenciatura em Física, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, Observatório Didático de Astronomia da Unesp Bauru. Bolsista do Programa de Iniciação Científica Unesp/CNPq; Bauru/SP, Brasil. E-mail: hf.carrara@unesp.br.

² Doutor em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP). Faculdade de Ciências, Departamento de Física e Meteorologia, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Observatório Didático de Astronomia da Unesp Bauru; Bauru/SP, Brasil. E-mail: rodolfo.langhi@unesp.br.

O interesse da população e de alunos da educação básica por temas de 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 por explorar o espaço e o tempo. Porém, esse interesse muitas vezes não é incentivado, seja pelos pais - que não sabem ou não se interessam pelo envolvimento do filho com a ciência; seja pelos professores - os quais, na maior parte do tempo, junto a seu aluno, focam em conteúdos exigidos em vestibulares, limitando a quantidade de atividades fora da escola; seja até mesmo por colegas - que podem influenciar nessa decisão – deixando o jovem sem motivação para aprender mais sobre Astronomia.

Além disso, atualmente, o crescente movimento de negacionismo científico nos impele a necessidade de reforçar a confiança dos jovens na Ciência e em seus métodos de construção do conhecimento, o que mundialmente tem sido apontado como os procedimentos da Ciência Cidadã.

Com base em tais reflexões, apresentamos neste artigo os resultados da análise de conteúdo da produção bibliográfica acadêmica sobre meteoros, ensino de Astronomia e Ciência Cidadã, tomando como fundamentos os estudos de Carrara (2022); Carrara e Langhi (2020, 2021, 2022). A partir dos indicadores emergentes desta análise, construímos uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio visando o desenvolvimento de habilidades relativas à metodologia científica para a análise de registros fotográficos de meteoros. Esperamos que nossos resultados contribuam para uma aproximação da universidade com a Educação Básica, valorizando a ciência e seus métodos de investigação da natureza.

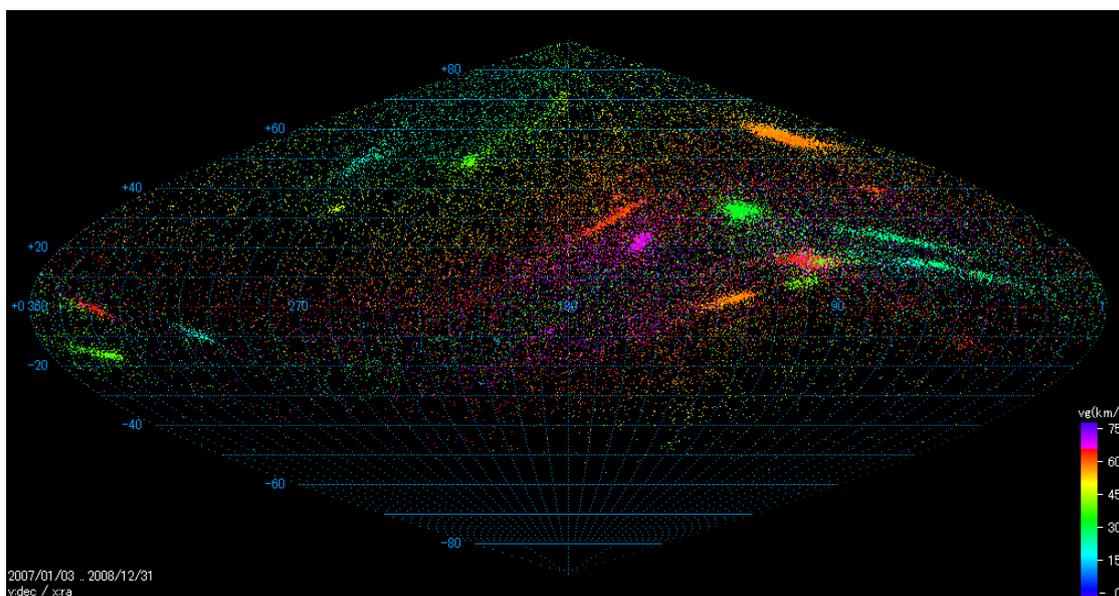
2 A importância do estudo dos meteoros

Eventos astronômicos, como 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 nem sempre lhes possibilitou um contato direto com conteúdos de Astronomia (LANGHI; NARDI, 2012).

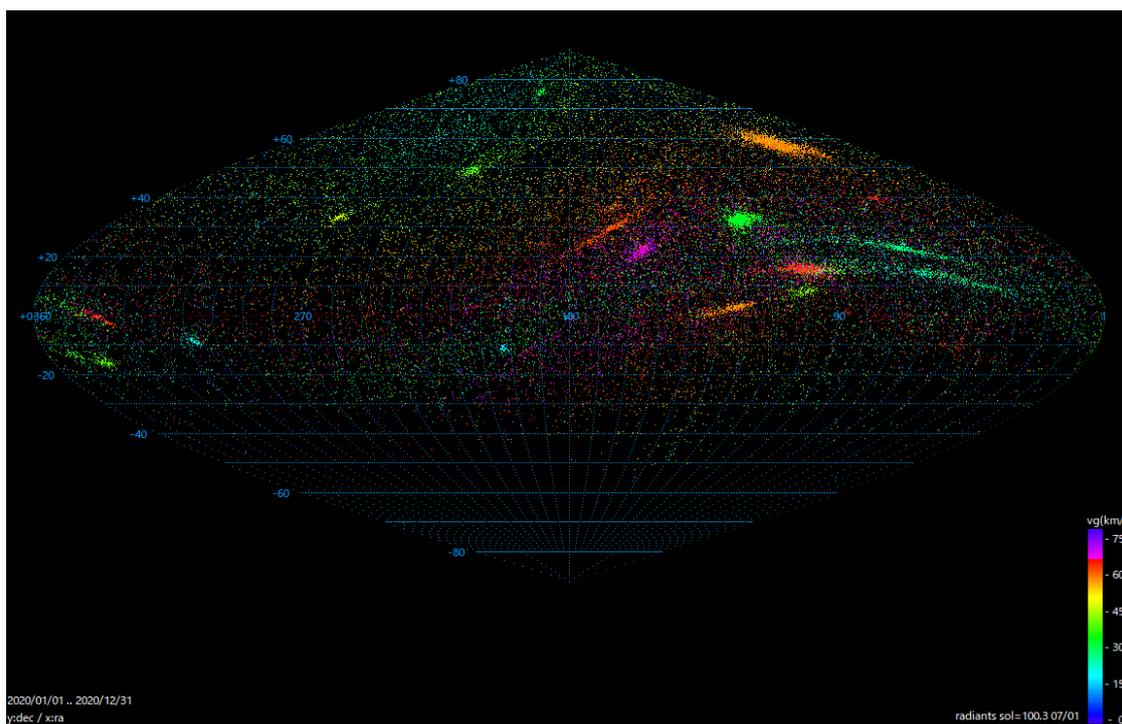
Por exemplo, há muita confusão entre a classificação de alguns corpos menores como cometas, asteroides, meteoros e meteoritos (LANGHI; NARDI, 2012). Os cometas são corpos de massa relativamente pequena, compostos essencialmente de gases congelados e poeira. Essa estrutura forma o núcleo do cometa e seus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

Ao cair na Terra, quando passam pela atmosfera, alguns destes corpos, como os meteoroides, sofrem atrito com os gases, sendo parcialmente vaporizados. Eles produzem, portanto, um rastro luminoso chamado de meteoro. Quando esses corpos não são consumidos inteiramente pelo atrito e reações químicas, chegam no solo, sendo chamados de meteoritos (PICAZZIO, 2014).

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



(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)

Fonte: Kanamori (2022).

Chuvas de meteoros identificam fluxos de meteoroides que se aproximam da Terra vindos 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 delas mantida pelos dados da União Astronômica Internacional (em inglês, IAU), porém, pode-se perceber uma falha quando se trata de novos raios no hemisfério sul: apenas 27 das 112 chuvas de meteoros são pertencentes a essa parte do globo.

Um estudo publicado por Jenniskens *et al.* (2018) mostra dados de um levantamento orbital de meteoroides feito pelas CAMS *Cameras for Allsky Meteor Surveillance* (CAMS), na Nova Zelândia, o qual foi conduzido entre 2014 e 2016. Ele confirmou a existência de 21 novas chuvas no hemisfério sul, além de outras 23, quando identificadas quando os dados CAMS foram combinados com o SonotaCo, Edmond e CMN. Elas foram reportadas para a IAU e acrescentadas na base de dados. De acordo com Jenniskens *et al.* (2018), com essas 44 novas chuvas de meteoros detectadas nesse período, agora são 135 as catalogadas no hemisfério sul pela CAMS, enquanto no

hemisfério norte esse número é de 362. Supondo que elas são distribuídas entre os hemisférios de modo aproximadamente equivalente, deve haver ainda mais de 200 novas chuvas a serem descobertas e catalogadas, o que mostra a importância de estudos dessa natureza no hemisfério sul.

3 Ciência Cidadã

Com o objetivo de abordar as problemáticas no ensino de Astronomia, conforme apontadas na introdução deste artigo, apresentaremos uma proposta de projeto para incentivar e orientar 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, quando desenvolvidas por alunos do Ensino Médio, podem resultar em descobertas científicas reais, contrariamente ao praticado no ensino escolar, que são, via de regra, atividades e trabalhos escolares que simplesmente cumprem a função de quantificar uma nota.

Para estudar padrões da natureza em larga escala, é necessária uma vasta quantidade de dados a serem coletados em uma variedade de lugares e habitats durante anos ou até mesmo décadas. 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 desenvolvidos em grande escala necessitam de cidadãos ao redor do mundo para a realização da análise e da coleta de dados. Da mesma forma que em outras áreas acadêmicas, 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 e 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 desenvolvidos no século XIX e, ao longo do seguinte, 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 atividades menores e compreensíveis, de modo que qualquer pessoa consiga executar. Esses projetos envolvem, então, cidadãos não profissionais na área, os quais participam coletando e analisando dados. Existem diversos projetos de ciência cidadã em que a

pessoa pode escolher a área que mais lhe agrada, optando entre espaço, clima, humanidade, natureza e biologia. São ações projetadas com muito cuidado e reflexão e têm o objetivo de permitir que os usuários obtenham relevantes resultados. Vale destacar que elas raramente apresentam problemas abstratos e que exigem um grau avançado de conhecimento na área (SIMPSON, 2013).

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 necessários três elementos: fornecer protocolos claros de coleta de dados, indicar formulários para os dados e dar suporte para que os participantes entendam como seguir os protocolos e enviar suas informações.

Para fazer o recrutamento dos interessados, é necessário que se conheça o tipo de participante que se deseja para o projeto. Para isso, deve-se levar em conta os objetivos da proposta e adaptar o material de recrutamento ao potencial público. Na etapa de formação, é fundamental que seja fornecido o apoio necessário para que os participantes 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 resultados mostrarão fenômenos gerais ou padrões que devem ser estudados mais detalhadamente em etapas futuras. Com a combinação de vários dados, é possível ilustrar resultados de pequena escala e resolução fina no contexto de padrões de larga escala (BONNEY *et al.*, 2009).

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

A introdução da ciência para jovens é um grande desafio, mas, em compensação, ela pode expandir sua perspectiva científica durante seu desenvolvimento, o que se revela altamente formativo, conforme afirmam Pompea e Russo (2021).

Em face de tais aspectos, entendemos que uma parceria, então, pode ser formada entre professores e cientistas, sendo que estes têm mais a oferecer às escolas do que fazer apresentações e demonstrações, sejam elas *on-line* ou presenciais. Por outro lado, os docentes sabem como o aluno aprende. Logo, avaliamos que ambos podem ganhar com uma maior compreensão de como os jovens alunos aprendem ciência. Com uma

orientação correta e ciente dos equívocos e de teorias ingênuas, a turma pode, com satisfatório resultado, explorar conceitos científicos (POMPEA; RUSSO, 2021).

A partir dos aspectos listados anteriormente, fundamentamos esta proposta na Ciência Cidadã, em que os alunos são os protagonistas, e se orientados com a formação oferecida, podem coletar e analisar dados científicos. No caso deste artigo, nossa proposta é trabalhar com a coleta de dados na identificação de meteoros.

4 Metodologia e análise de dados

4.1 Fundamentos da análise de conteúdo categorial

A análise de conteúdo categorial (BARDIN, 1977) permite estudar os dados constituídos pela revisão bibliográfica. Pode-se compreender a análise de conteúdo a partir do seguinte excerto:

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 está fundamentada em um processo de categorização, superando a incerteza e permitindo o enriquecimento da leitura, pois exige que o texto seja lido inúmeras vezes, realizando recortes e remontando-o.

Segundo Bardin (1977), qualquer comunicação pode ser a fonte de dados, como, por exemplo, textos, entrevistas, questionários, transcrições completas, livros etc. Em nosso caso, a fonte de dados para a análise de conteúdo foi a produção bibliográfica de artigos científicos obtidos por meio de levantamento na literatura da área.

A partir da análise categorial, realizamos um desmembramento dos textos para obtermos categorias segundo reagrupamentos analógicos (BARDIN, 1977). Pode-se dizer, então, que a análise de conteúdo extraiu ao máximo a mensagem implícita nos artigos levantados, partindo do pressuposto que o texto analisado continha uma informação consciente ou não (por parte de quem o escreveu) e que nossa análise permitiu revelá-la.

A análise categorial é dividida em três etapas básicas, 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. Ela permite organizar o material em unidades de registro (palavras, frases, números), de codificação e de contexto (frases, caso os elementos codificados forem ambíguos).

Na primeira etapa, realizamos uma leitura flutuante do material para a familiarização com os dados. Como última parte da pré-análise, identificamos os indicadores, os quais se constituem nos aspectos principais para a fundamentação das etapas posteriores.

É na segunda etapa - exploração do material – na qual é feita a elaboração das categorias, podendo ser criadas antes da análise (a priori) ou durante (a posteriori ou categorias emergentes). Como terceira e última etapa, tem-se o tratamento dos dados, em que as inferências são realizadas, potencializando a visualização das mensagens implícitas por trás do material analisado. Essa interpretação é caracterizada pela subjetividade do pesquisador em questão, porém, fundamentada teórica e metodologicamente, oferece consistência à interpretação (inferência), sempre de acordo com os objetivos da pesquisa.

4.2 Exemplos de análises

Foram selecionados 30 artigos de diferentes autores numa busca bibliográfica na plataforma *Scholar Google*, cujos critérios de seleção tiveram como norte 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 selecionados 15 deles. Essa filtragem dos artigos iniciais deu-se pelo fato de a leitura flutuante revelar que apenas uma parte deles atendeu aos objetivos da pesquisa. Assim, o *corpus* de análise foi composto por 15 artigos, os quais foram revisados criteriosamente na busca pelas unidades de registro. Elas foram sublinhadas no próprio texto, como exemplificado a seguir.

Figura 2: Unidade de registro “chuva de meteoros”, sublinhada em cor vermelha

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

Fonte: JENNISKENS *et al.* (2018, p.1).

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: Unidade de registro “Ciência Cidadã”, sublinhada em vermelho

Fonte: Bonney *et al.* (2009, p.32).

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: Unidade de registro “Propagação de concepções alternativas” sublinhada em vermelho

Fonte: Langhi (2011, 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: Unidades de registro: “Ciência Cidadã”, “público no fazer científico” e “formação científica dos cidadãos”

Fonte: Ghilardi-Lopes, Kawabe e Venâncio (2016, 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: Unidade de registro “estudantes realmente fazendo ciência” sublinhada em vermelho

Fonte: Pompea e Russo (2021, p.28-29).

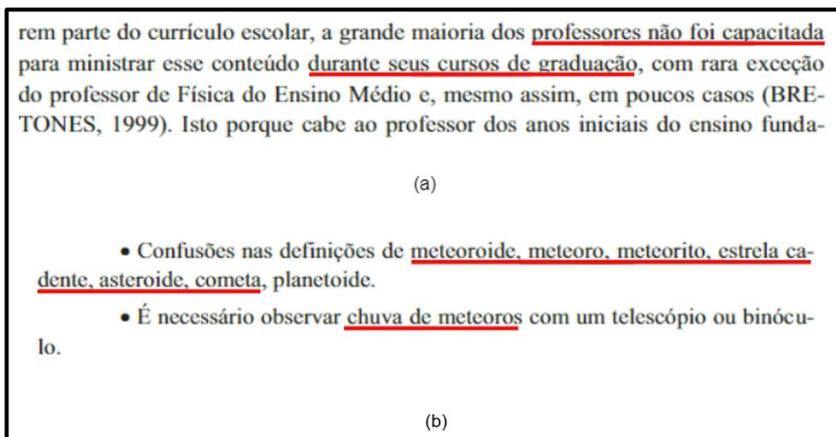


Figura 7: Trechos (a) e (b) com unidades de registro: “professores não capacitados durante cursos de graduação”, “meteoróide, meteoro, meteorito, estrela cadente, asteroide, cometa” e “chuva de meteoros”

Fonte: Langhi (2011, p.375 e 388).

Reforçamos que as unidades de registro foram sublinhadas em cada um dos 15 artigos lidos, porém, pela limitação de espaço imposta pelas páginas deste artigo, não apresentamos todas as unidades, mas trouxemos apenas esses sete exemplares.

Durante a análise de conteúdo, em sua primeira etapa, encontramos inúmeras unidades de registro nos artigos, as quais foram extraídas e, posteriormente, reunidas em grupos de acordo com os critérios impostos pelos objetivos deste estudo. Deste modo, emergiram alguns indicadores, evidenciando, assim, os temas e as futuras categorias. O Quadro 1 relaciona o agrupamento das unidades de registro e seus respectivos indicadores, esclarecendo o que essas unidades de registro, separadas por tópicos comuns, indicam e contribuem para nossa proposta.

Unidades de Registro	Indicadores
<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>Falha no ensino de ciências apontada fortemente nos artigos, seguido de um problema também na formação inicial dos professores sobre temas de Astronomia, o que gera uma explicação dessa temática baseada em senso comum.</p> <p>Indica que existe um grande desafio na formação de alunos no ensino de ciências e, em especial, em Astronomia.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - Meteoros; - Magnitude; - Estudo de meteoros no hemisfério sul; - Catalogação de meteoros; - Chuva de meteoros; - Radiante; - Meteoróide; - Asteroide; - Meteorito; - Órbita de meteoros; 	<p>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.</p> <p>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.</p>

<ul style="list-style-type: none"> - Carência de estudos de meteoros no hemisfério sul. 	<p>Isso indica que são necessários mais estudos dos elementos de análise de meteoros e suas categorizações.</p>
<ul style="list-style-type: none"> - 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. 	<p>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.</p> <p>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-os e o impacto que a ciência cidadã geraria na educação.</p>

Quadro 1: Detalhamento das unidades de registro e dos indicadores

Fonte: Os autores (2022).

Seguindo as etapas de Bardin (1977), a partir destes indicadores emergentes das unidades de registro, criamos categorias e subcategorias (estas últimas sob a forma de questões) visando atingir nosso objetivo principal: a estruturação de uma proposta de formação de jovens cientistas-cidadãos fundamentada em referenciais bibliográficos acadêmicos.

A primeira categoria foi criada pensando na existência do grande desafio na formação dos alunos quando se diz respeito à Astronomia, também parcialmente justificada pela falha na formação inicial de seus professores da Educação Básica. Portanto, nesta categoria, elencamos conhecimentos gerais e conteúdos sobre o Sistema Solar e suas características.

A segunda categoria diz respeito aos elementos específicos de análise de meteoros e suas categorizações, ou seja, os procedimentos de análise de seus registros, das chuvas e de seus raios, definições de meteoroides e meteoritos, magnitude aparente de meteoros e a metodologia de coleta e análise de dados desse fenômeno luminoso, visando contribuir com mais dados para o hemisfério sul.

Já a terceira e última categoria aborda a Ciência Cidadã, a importância e o impacto que ela tem sobre a comunidade que a realiza, os benefícios para a educação científica e suas contribuições para a comunidade científica.

Portanto, as categorias e subcategorias são:

1) Desafios na formação de alunos no ensino de Astronomia:

- 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 a coleta de dados referentes a meteoros podem desenvolver habilidades de iniciação científica nos estudantes?

A partir das categorias assim definidas, uma proposta de formação de alunos foi estruturada de acordo com os pressupostos da Ciência Cidadã, ou seja, os aprendizes são os protagonistas no uso da metodologia científica, promovendo, assim, maior envolvimento deles na Ciência e em seus procedimentos.

5 Uma proposta de formação de alunos cientistas cidadãos

Como a visão humana é limitada e também devido ao baixo brilho da maioria dos meteoros, muitos meteoros deixam de ser notados. Por isso, uma das maneiras de reduzir a perda de dados é automatizando as ocorrências de seus registros.

As observações de meteoros por vídeo têm sido utilizadas atualmente com maior frequência, pois é uma técnica que oferece diversas vantagens em relação à análise a olho nu, pois permite uma investigação mais detalhada de cada meteoro. Com duas estações ou mais, separadas a uma distância de, no mínimo, 20 km, pode-se calcular a paralaxe dos meteoros e, com isso, determinar a trajetória e a órbita original do meteoróide que deu origem à luz. Além disso, as posições de possíveis quedas de meteoritos podem

também ser trianguladas e o objeto pode ser possivelmente encontrado (IZECSON; COELHO; JACQUES, 2008).

Entretanto, uma única estação de vídeo também é capaz de fornecer diversas informações relevantes aos alunos que farão as análises: ao assistir às gravações, anota-se o horário exato do aparecimento do meteoro e estima-se sua magnitude aparente com base nos brilhos já conhecidos de estrelas de referência (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 utilizadas em Astronomia, especialmente para a análise de meteoros. Elas são equipadas com uma lente do tipo “olho de peixe” ou grande angular, proporcionando uma cobertura eficaz de todo o céu. As imagens são capturadas pela câmera a cada 10 ou 20 segundos, durante a noite toda. Unindo essas imagens, é possível formar um vídeo *time-lapse*, transformando uma sequência de muitas fotos em um vídeo curto. Usando esta técnica, pode-se armazenar os registros da câmera em um computador e analisá-los com tranquilidade no dia seguinte (ANDRADE, 2021).

A estação de patrulhamento de meteoros utilizada por este projeto 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 os registros noturnos são arquivados e transformados em um vídeo *time-lapse*, ficando disponíveis no próprio *site*. 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 registram-se as seguintes informações em um formulário elaborado a partir de sugestões da *International Meteor Organization* (RENDTEL; 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.

As coordenadas do meteoro são de grande relevância, sendo que para identificá-las, projetamos manualmente o meteoro observado no *software Stellarium*, no qual o aluno consegue clicar em um ponto ou estrela próxima ao ponto inicial e final do traço do meteoro avistado no vídeo. Assim, os estudantes conseguem obter as coordenadas de Ascensão Reta (AR) e Declinação (Dec) do ponto inicial e final do traço do meteoro. Pretende-se, ainda, que os alunos participantes consigam analisar e informar quais são as principais características do radiante do meteoro capturado, usando para isso o mapa celeste presente no *Stellarium*.

Nossa proposta é que reuniões com alunos selecionados servirão para apresentar as orientações. Recomenda-se que sejam estudantes de primeiros e segundos anos do Ensino Médio, pois, em geral, alunos do terceiro ano costumam focar em preparativos para vestibulares. A seleção dos interessados pode ser feita através de *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 explicando os motivos pelos quais deseja participar.

A fim de viabilizar a coleta de dados feita pelos participantes, eles devem utilizar imagens capturadas pela câmera *all-sky* localizada na cidade de Jacarezinho (PR), as quais são disponibilizadas diariamente em: <https://projetoicaro.qsl.br/allsky/>. Para a visualização das imagens, os participantes fazem *download* do arquivo contendo os *frames* registrados naquela noite (ou qualquer data) e usam um aplicativo reprodutor de vídeo, tal como o MPC-HC. O *software* PIPP também possibilita a análise, pois ele é capaz de desmembrar o vídeo, separando cada *frame* em um arquivo de imagem em formato JPG, por exemplo.

Nossa proposta é que, com reuniões semanais com duração de uma hora e meia aproximadamente, ao longo de dois meses, além de seis reuniões presenciais para a finalização do trabalho, os alunos entrem em contato com o conteúdo sobre corpos menores do Sistema Solar, além do próprio treinamento quanto à coleta e análise de dados.

A seguir, detalhamos um modelo de reuniões e o que propomos em cada uma delas. É importante lembrar que os encontros de formação foram planejados com base na interpretação das categorias obtidas a partir das indicações das unidades de registro de acordo com a análise de conteúdo dos referenciais bibliográficos levantados.

Propomos que, finalizado o prazo de preenchimento das inscrições dos alunos interessados, o responsável pela formação (um professor da escola, por exemplo) acesse

as respostas no formulário e realize a seleção dos participantes com base na justificativa que escreveram em relação ao interesse em participar do projeto, assim como seu comprometimento com ele.

Na primeira reunião, o projeto será apresentado aos alunos e ao professor representante, assim como os motivos e a importância dele no âmbito da Ciência Cidadã. A ideia é explicitar seus objetivos, a metodologia de trabalho e o cronograma dos encontros. Abordaremos, então, os temas fundamentais sobre o Sistema Solar, tais como: O que é o Sistema Solar? Como ele foi formado? Quais os corpos que o compõem? Quais são suas características? Por que e como acontecem as chuvas de meteoros? A seguir, o foco passa a ser o conteúdo dos corpos menores do Sistema Solar e os meteoros. Durante os encontros, espera-se interação e questionamentos por parte dos alunos.

Na segunda reunião, sugerimos que os passos a serem seguidos para a análise dos meteoros possam ser abordados, tais como: o modo de baixar os programas *Stellarium* e MPC-HC, como acessar o *site* da estação de patrulhamento de meteoros e como baixar o vídeo registrado da noite desejada e reproduzi-lo quadro a quadro.

Para exemplificar como isso deverá ser feito, apresentamos uma breve explanação a respeito. Ao abrir o programa MPC-HC com o vídeo da noite a ser analisada, deve-se clicar em “abrir arquivo”, como especificado na Figura 8. Desta maneira, é possível realizar a análise quadro a quadro do vídeo *time-lapse* capturado pela câmera *all-sky*.

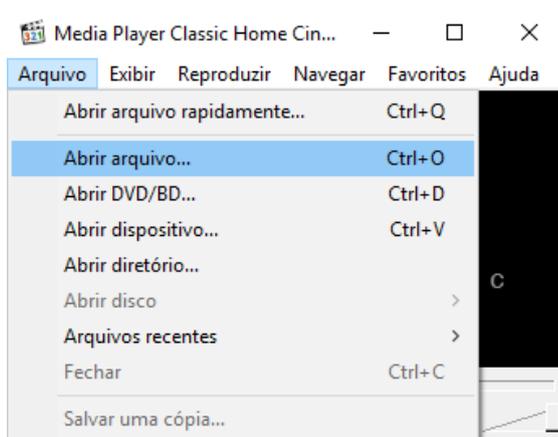


Figura 8: Programa MPC-HC para reproduzir vídeo *time-lapse* quadro a quadro
Fonte: Os autores (2022).

Com o vídeo em reprodução, deve-se pausar em pontos desejados. Usando as teclas Ctrl e setas para esquerda (voltar o *frame*) e direita (avançar o *frame*), o aluno conseguirá analisar cada um dos quadros separadamente e, como a exposição de cada

imagem é de, geralmente, 23 segundos, ao passar ou voltar apenas um quadro, a diferença será equivalente a esse intervalo de tempo (Figura 9).



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

Fonte: Os autores (2022).

Juntamente com o professor, os alunos deverão assistir a um vídeo escolhido por ele e ser analisado em conjunto, enquanto é explicado sobre os falsos positivos, ou seja, algo que pode se parecer com um meteoro, mas são muitas vezes iluminações de faróis de automóveis, aviões, satélites artificiais ou mesmo interferências da própria câmera (Figuras 10, 11 e 12). Faz-se necessário ressaltar aos alunos que um mesmo meteoro não aparecerá em mais de um quadro consecutivo, pois o tempo de exposição máximo da câmera é de 23 segundos, ao passo que um meteoro normalmente não dura mais do que esse tempo na sua trajetória ao adentrar a atmosfera.



Figura 10: Falso positivo - luz de carro

Fonte: Os autores (2022).



Figura 11: Falso positivo - interferência na câmera

Fonte: Os autores (2022).



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

Fonte: Os autores (2022).

Ao longo do vídeo, os alunos precisam anotar os horários que aparecem objetos que acreditam ser meteoros e aproveitar para tirar suas dúvidas. Como o professor já terá analisado o vídeo previamente, ao final da aula os alunos devem conferir os horários registrados por eles e compararem com os do docente. Assim, poderão compreender quais podem ser, realmente, meteoros em cada vídeo analisado.

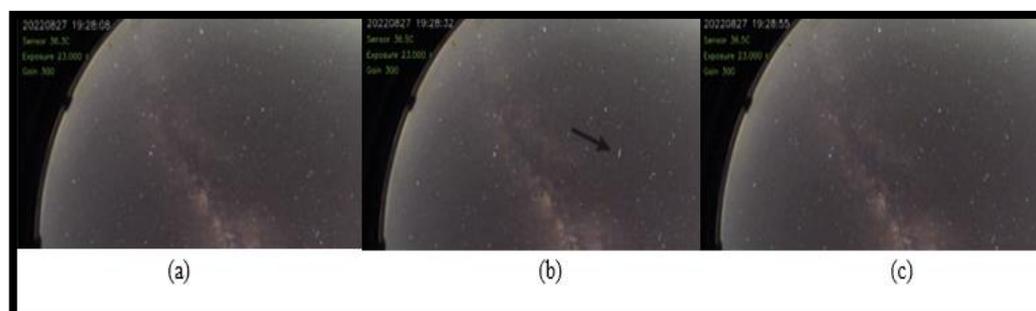


Figura 13: Meteoro na imagem (b). As figuras (a) e (c) são quadros anteriores e posteriores, respectivamente, ao meteoro em (b)

Fonte: Os autores (2022).

Na terceira reunião, espera-se que os alunos estejam relativamente preparados para realizarem o registro e tenham compreendido a metodologia da análise dos meteoros.

Para isso, necessitam do *Stellarium* como ferramenta, cujas principais funções devem ser ensinadas com o objetivo de encontrarem as informações necessárias para preencher um formulário de registro dos meteoros encontrados nos quadros dos vídeos.

Outro passo importante é trabalhar com os alunos a respeito da identificação das coordenadas geográficas e horários do local da câmera (Jacarezinho-PR). Da mesma forma, os participantes devem conhecer como usar o complemento de medição angular do *Stellarium* e encontrar as coordenadas dos pontos final e inicial do traço registrado pelo meteoro usando, para isso, a grade equatorial do *software*. Eles devem aprender como encontrar a magnitude aparente por comparação estelar e interpolação, e, por último, caracterizar o meteoro de um radiante de chuva ou esporádico. Vejamos detalhadamente estes procedimentos a seguir.

Ao iniciar o *Stellarium*, uma aba de comandos no *menu* inferior e lateral auxiliam nas configurações (Figura 14). O primeiro passo é inserir a localização geográfica com o nome da cidade (Jacarezinho-PR), a data e o horário e acionar a ferramenta de medição angular para futura análise (Figura 15).



Figura 14: Comandos na lateral esquerda do *Stellarium*. Destacado: janela de localização
Fonte: Os autores (2022).

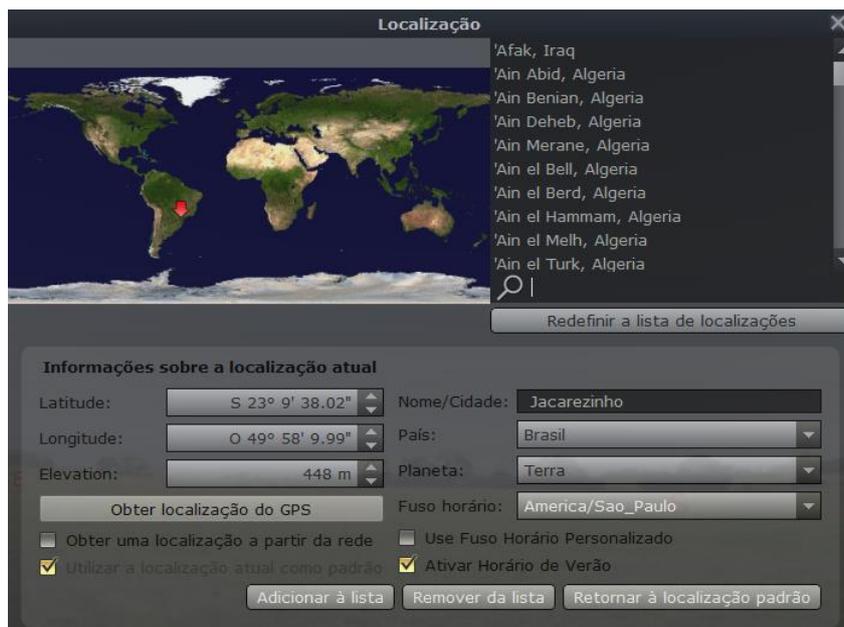


Figura 15: Janela de localização configurada para Jacarezinho-PR
Fonte: Os autores (2022).

Com a localização definida, o próximo passo é colocar a data do vídeo analisado e o horário de um dos meteoros encontrado na noite em que o vídeo foi gravado. Neste caso, quando houver mais de um meteoro na mesma noite, basta colocar os horários respectivos de cada um, separadamente, na mesma data (Figura 16). É importante ressaltar que o relógio do *Stellarium* fica em funcionamento, mas para nossas análises, precisamos pausá-lo (Figura 17).



Figura 16: Janela de Data e Hora do *Stellarium*
Fonte: Os autores (2022).

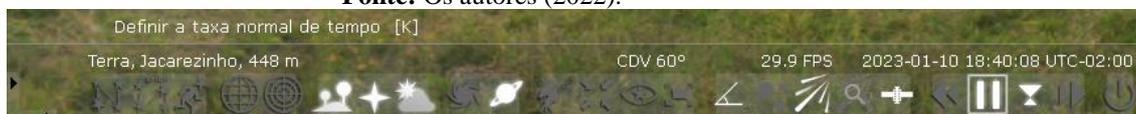


Figura 17: Comandos inferiores do *Stellarium*. Destacado: *pause* do tempo
Fonte: Os autores (2022).

Para encerrar os ajustes, o último passo é abrir as configurações, selecionar a aba de complementos e, ao final da lista, acionar a ferramenta de medição angular, clicando em “carregar ao iniciar”, ou seja, para que ela funcione normalmente, o *software* deve ser fechado e aberto novamente (Figura 18). Essa ferramenta é utilizada para medir o trajeto do meteoro ao longo da tela (Figura 19).



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

Fonte: Os autores (2022).



Figura 19: Comandos inferiores do *Stellarium*. Destacado: medição angular.

Fonte: Os autores (2022).

Tendo preparado o programa para analisar o vídeo, compara-se o quadro com a imagem do céu estrelado simulada pelo *Stellarium* no mesmo horário da noite em que foi registrado o traço do meteoro (Figuras 20 e 21).

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

Fonte: Os autores (2022).

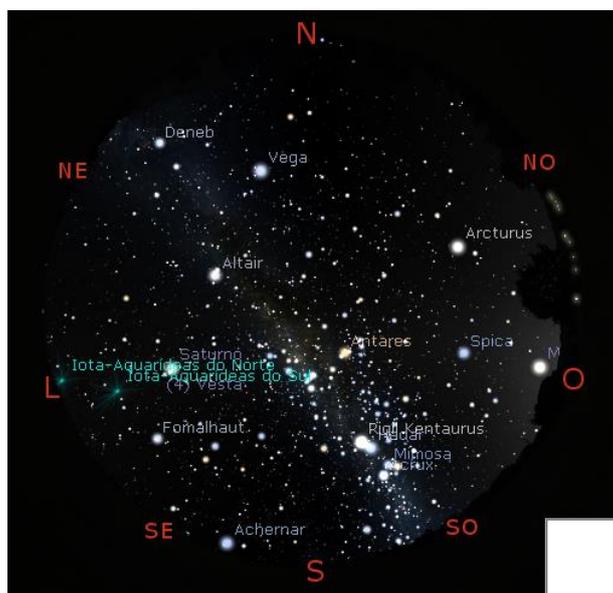


Figura 21: *Stellarium* colocado na mesma localização, dia e horário do vídeo ilustrado na figura 20.

Fonte: Os autores (2022).

A partir de agora, usando a ferramenta de medição angular, desenha-se, no *Stellarium*, um traço correspondente ao registrado pela câmera com a maior precisão de localização possível. Apertando a tecla “E”, uma grade de coordenadas equatoriais surgirá, momento no qual o aluno deve identificar as coordenadas de Ascensão Reta e Declinação do ponto final e inicial do traço registrado pelo meteoro. Vale ressaltar que estamos designando aleatoriamente o início e o final do traço, pois a câmera utilizada não fornece essa diferenciação.

Comparando 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 encontrar uma estrela com magnitude parecida, basta clicar na estrela e uma caixa de informações (Figura 22) mostrará o valor da magnitude da estrela de comparação.



Figura 22: Informações sobre a estrela selecionada (Vega). Atentar-se à diferença entre magnitude aparente e absoluta - neste caso, será utilizada a magnitude aparente (ou só magnitude para o *Stellarium*)
 Fonte: Os autores (2022).

Em vista da riqueza de detalhes a serem abordados, esse encontro provavelmente deverá ser totalmente dedicado a estas atividades. Em torno de uma semana, os alunos tendem a se habituar com as análises e a manipulação do *software*, bem como acostumar os olhos para futuras capturas usando dados oficiais do projeto. Durante essa semana, portanto, eles fazem a análise de todos os meteoros encontrados na segunda reunião e todos os membros da turma analisam o mesmo vídeo, numa formação coletiva, ou seja, trata-se de um treinamento colaborativo em que eles se ajudam mutuamente e discutem

suas dúvidas entre si e com o professor. Dentro desse prazo, portanto, eles devem preencher uma planilha preparada pelo professor, contendo os dados dos meteoros encontrados.

A planilha pode ser compartilhada com a turma, de modo que possam preenchê-la conjuntamente, ou cada aluno poderá completá-la individualmente ou em dupla. A decisão fica a cargo do professor, mas é importante que a ela 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 a 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 gerais (se houve fragmentação, quantidade de fragmentos, rasto persistente, bólido etc).

No quarto encontro, sugerimos que os alunos compartilhassem seus resultados da planilha preenchida e o professor os conferisse, discutindo coletivamente sobre o que registraram. Será nessa reunião que o professor definirá se os alunos estarão, de fato, prontos para iniciarem as análises oficiais do projeto. Quando o professor julgar que estão preparados, dividem-se as datas dos vídeos de inverno, distribuindo-os entre os participantes. Deste modo, é possível realizar as análises de dados de uma estação do ano por vez. Recomendamos iniciar pelo inverno, devido a possibilidade maior de céu sem nuvens nessa estação. Esse período é, portanto, o mais longo do projeto.

Na última reunião, recomenda-se que os alunos apresentem seus trabalhos e resultados à turma, talvez em formato de pôster, a fim de se familiarizar 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 as apresentações, com o objetivo de receberem sugestões e críticas acerca de seus resultados e de experimentarem

o contato com um representante da comunidade científica. O Quadro 2 apresenta, de forma sintética, a proposta de organização das atividades:

Encontro	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 <i>Stellarium</i> e como reproduzir os vídeos quadro a quadro.
3	Como manusear o <i>Stellarium</i> para obter todas as informações necessárias.
Semana de treino entre os encontros 3 e 4	Analisar, com o que aprenderam no <i>Stellarium</i> , os vídeos trabalhados no encontro 2 a partir da reprodução quadro a quadro.
4	Entrega das planilhas pelos alunos, com as informações obtidas dos meteoros analisados ao longo da semana de treino. O docente deve conferir junto com os alunos e sanar suas 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 docente deve escolher um período de capturas e dividir os dados entre os alunos para que eles façam a análise, assim como mostrar a planilha e explicar como preenchê-la.
Semanas entre os encontros 5 e 6 (tempo determinado pelo professor)	Análise oficial de dados.
6	Alunos apresentam seus resultados finais em formato de congresso de iniciação científica, expondo como coletaram os dados, fizeram a análise e qual o impacto em suas vidas que o projeto de Ciência Cidadã realizou.

Quadro 2: Quadro síntese da proposta da formação de alunos
Fonte: Os autores (2022).

Para além de resultados sobre meteoros, os alunos podem ser convidados a apresentarem um relato pessoal sobre a importância de sua participação no projeto, o impacto que ele pode propiciar em suas vidas, sua visão sobre Ciência antes e após seu envolvimento nessa formação, suas impressões sobre o cientista que os visitou, motivações futuras em suas carreiras, perspectivas pessoais e profissionais, *feedbacks* sobre os encontros formativos, além de sugestões para próximas edições. Deste modo, seus discursos podem se tornar um importante *corpus* de análise para pesquisadores da área de Educação em Ciências.

6 Considerações

A análise de conteúdo das publicações acadêmicas selecionadas possibilitou a emergência de subsídios para a elaboração de uma proposta de formação de alunos de Ensino Médio sobre 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 Educação básica, 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 ampliar as competências socioemocionais, despertando o interesse para uma aprendizagem mais significativa. Além disso, a Ciência Cidadã tem um forte papel no que diz respeito ao incentivo para a aprendizagem compartilhada, uma vez que 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 estudos anteriores (CARRARA e LANGHI, 2022). Entende-se, também, pela análise dos artigos explorados neste trabalho, que o ensino, em geral, não é voltado para a formação de sujeitos críticos, uma formação necessária que deveria estar presente desde os anos iniciais de estudo.

A proposta fornecida por este trabalho almejou, portanto, auxiliar professores da Educação Básica no ensino mais envolvente da 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 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 e refletirem coletivamente sobre suas respostas.

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 que empregue abordagens como as deste trabalho, em que a Ciência é parte fundamental do processo de ensino e aprendizagem, potencializando a atuação de estudantes como cientistas cidadãos, agindo como protagonistas 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.

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**. v. 2, São Paulo: Livraria da Física, 2021.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BONNEY, R. *et al.* Citizen Science: A Developing Tool for Expanding Science Knowledge and Scientific Literacy. **BioScience**, [s. l.], 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**. v. 2. 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, 2020, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Unesp, 2020, p.1.

CARRARA, H. F.; LANGHI, R. Projeto Caça Asteroides: resultados que superam a descoberta de asteroides. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 33, 2021, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Unesp, 2021. p. 1.

CARRARA, H. F.; LANGHI, R. Educação em Astronomia para a formação do cidadão cientista. *In*: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 34, 2022, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: Unesp, 2022. p.1.

GHILARDI-LOPES, N.; KAWABE, L A.; VENÂNCIO, R. Relato de experiência do curso de extensão “Ciência cidadã nas escolas” (PROEC-UFABC). **Revista da SBEnBio**, [s. l.], n. 9, p. 345-356, 2016.

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, 2008, Maceió. **Anais [...]**. Maceió: CEFET, 2008. p.41.

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

KANAMORI, H. **Meteors register**. Disponível em: <<http://sonotaco.com/>>. 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**, [s. l.], 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, Sirko. Videobeobachtungen von Meteoren. Teil 1: Aufzeichnung von Sternschnuppen und Auswertung der Bänder. **Sterne und Weltraum**, [s. l.], v. 34, n. 7, p. 554-557, 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*, 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.

RENDTEL, J.; ARLT, R. Activity Analysis of the 1996 Geminids. WGN, **Journal of the International Meteor Organization**, [s. l.], v. 25, n.2, p. 75-78, 1997.

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.

Recebido em: 28 de fevereiro de 2023

Aceito em: 16 de agosto de 2023