



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

**Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía
Latin-American Journal of Astronomy Education**

n. 31, 2021

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (DME/UFSCar)

Jorge Horvath (IAG/USP)

Comitê Editorial

Cristina Leite (IF/USP)

Sergio M. Bisch (Planetário de Vitória/UFES)

Néstor Camino (FHCS/UNPSJB)

Editores Associados

Daniel Trevisan Sanzovo (CCHE/UENP)

Marcos D. Longhini (FE/UFU)

Silvia Calbo Aroca (Colégio Planeta)

Sônia E. M. Gonzatti (CETEC/UNIVATES)

Assistente de Editoração

Walison A. Oliveira (UTFPR)

Auxiliar de Editoração

Gustavo Ferreira de Amaral (UFSCar)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

Esta revista também é disponível no endereço: www.relea.ufscar.br

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
Universidade Federal de São Carlos. -
n. 31, (2021). - São Carlos (SP): UFSCar, 2021.

Semestral.

Endereço eletrônico <http://www.relea.ufscar.br/>

ISSN: 1806-7573

1. Astronomia. 2. Educação – Periódicos. 3. Ensino de Ciências.

I. Universidade Federal de São Carlos. II. RELEA.

CDD: 520

CDU: 52+37(051)(8)

Editorial

A Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) chega ao seu trigésimo primeiro número.

Neste número e apesar do número considerável de submissões, temos a publicação de uma quantidade modesta de artigos. Este fato decorre de que vários manuscritos submetidos não foram aceitos por abordarem apenas relatos de ações com atividades de maneira descritiva. Assim, careciam de aprofundamentos na área e educação e, para isto, seriam necessários o estabelecimento de um problema, objetivo de pesquisa, referenciais teóricos e metodológicos e discussões com referências da literatura da área. Por isto, incentivamos os autores a conhecerem mais a literatura e metodologias da área para que possam produzir artigos aceitáveis para publicação na Revista com contribuições de valor para os leitores.

Também ressaltamos que ainda temos uma carência crônica de submissões de artigos de vários países da América Latina. Para tanto, solicitamos que nos ajudem a divulgar a RELEA em outros países para que mais autores possam contribuir, e que alcance aos professores para que este material possa ser útil de modo geral na educação, pesquisa e ensino na área.

De um ponto de vista mais positivo, vale ressaltar que recentemente a RELEA ultrapassou a marca de mil citações no Google Acadêmico, 1.064 para ser mais exato. Nosso índice h5 já está em 11. Esses números só reforçam a qualidade dos artigos publicados. Para maiores informações e outros indicadores de interesse, acesse o nosso [perfil](#).

Neste número contamos com quatro artigos:

Ausência de gravidade e estado de imponderabilidade: a concepção de estudantes universitários, de Ricardo Cecconello, Vinícius Pavinato e Odilon Giovannini. O artigo apresenta um estudo sobre conceitos de ausência de gravidade e imponderabilidade realizado com estudantes universitários de uma universidade de Caxias do Sul/RS. Foi aplicado um questionário e os resultados indicaram que mais da metade dos estudantes não distinguiu entre os conceitos. Com os resultados obtidos, recomenda-se que professores, de Ensino Médio e Graduação, procurem materiais e estratégias para ensinar esses temas em suas aulas.

As características dos textos de divulgação científica que promovem o interesse pela ciência em um público infantojuvenil, de Alexsandro Issao Sunaga e Elysandra Figueredo Cypriano. Neste artigo foram identificadas características de textos de divulgação científica que têm o potencial de despertar o interesse pela ciência e facilitar a aprendizagem no público infantojuvenil. Foram aplicados textos junto a alunos do Ensino Fundamental e Médio. Os resultados indicam que o uso de textos de divulgação científica pode ser uma estratégia eficaz para a difusão do conhecimento e ensino de Astronomia na sala de aula.

Técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o ensino de Astronomia, de André Ferreira Teixeira, Gabriel Fernandes Costa, Jamil Nader Neto, Ana Cristina Moreira M. Z. Armond, Kelly Beatriz Vieira Torres. Este trabalho apresenta uma metodologia que exemplifica técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo. Com duas câmeras digitais acopladas a um telescópio, foram feitas astrofotografias, depois processadas e analisadas as imagens da Lua, Saturno e luas de Júpiter. Também foram

calculados os diâmetros de várias crateras lunares, a fim de exemplificar a aplicação do método para obtenção de dados físicos das imagens, assim como o movimento orbital das luas de Júpiter. A metodologia se mostrou eficiente ao capturar, processar e extrair dados físicos de astrofotografias, podendo ser aplicadas para fins artísticos e o ensino de Astronomia.

Temas de Astronomia em feiras de ciências: reflexões sobre currículos e interdisciplinaridade, de Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Andréia Spessatto de Maman e Dayene Borges Guarienti. O trabalho apresenta um levantamento e análise de anais de feiras de ciências promovidas por uma universidade comunitária do Rio Grande do Sul visando mapear conteúdos e abordagens interdisciplinares referentes a temas de Astronomia. Sob uma perspectiva teórica que considera as feiras como um espaço de incentivo à educação científica, nota-se maior autonomia na escolha de temas em relação a contextos formais. Assim, a presença de temáticas da Astronomia pode favorecer práticas interdisciplinares de ensino e pesquisa. Como resultado, foram identificados diferentes níveis de integração, desde conexões internas às temáticas pesquisadas até a integração de duas ou mais disciplinas escolares.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores constam do endereço: <www.relea.ufscar.br>. Os artigos poderão ser redigidos em português, castelhano ou inglês.

Agradecemos aos Srs. Walison Aparecido de Oliveira e Gustavo Ferreira de Amaral pela editoração dos artigos, aos Editores Associados, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores
Paulo S. Bretones
Jorge E. Horvath

Editorial

The Latin American Journal of Education in Astronomy (RELEA) reaches its thirty-first issue.

In this issue, and despite the sensible number of submissions, we have the publication of a modest number of articles. This is due the fact that several submitted manuscripts were not accepted because they only addressed activity reports in a descriptive way. Thus, they lacked of deepening in the education area and, for this goal, it would have been necessary to establish a problem, research objectives, theoretical and methodological references and discussions with references to the literature in the area. For this reason, we encourage authors to learn more about the literature and methodologies in the area, so that they can produce acceptable articles for publication in the Journal with valuable contributions for the readers.

We also emphasize that we still have a chronic shortage of article submissions from several Latin-American countries. Therefore, we ask that you help us to disseminate RELEA in other countries so that more authors can contribute, and to help reach the teachers, so that this material can be useful in general in education, research and teaching in the area.

From a more positive point of view, it is worth noting that RELEA recently surpassed the 1,000 citations mark on Google Scholar, 1,064 to be exact. Our h5 index is already at 11. These numbers only reinforce the quality of the articles published. For more information and other indicators of interest, visit our [profile](#).

In this issue we publish four articles:

Ausência de gravidade e estado de imponderabilidade: a concepção de estudantes universitários (Absence of gravity and weightlessness: undergraduate students' conception), by Ricardo Ceconello, Vinícius Pavinato and Odilon Giovannini. The article presents a study on the concepts of weightlessness and weightlessness carried out with university students at a university in Caxias do Sul/RS. A questionnaire was applied and the results indicated that more than half of the students did not distinguish between these concepts. With the results obtained, it is recommended that high school and undergraduate teachers look for materials and strategies to teach these topics in their classes.

As características dos textos de divulgação científica que promovem o interesse pela ciência em um público infantojuvenil (Features in scientific outreach texts that boost the interest of young people for science), by Alexsandro Issao Sunaga and Elysandra Figueredo Cypriano. In this article, characteristics of scientific popularization texts that have the potential to arise interest in science and facilitate learning in children and adolescents were identified. Texts of this type were applied to elementary and high school students. The results indicate that the use of scientific popularization texts can be an effective strategy for the dissemination of knowledge and teaching of Astronomy in the classroom.

Técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o ensino de Astronomia (Astrophotography capture and processing techniques using low-cost equipment: a methodology for the teaching of Astronomy), by André Ferreira Teixeira, Gabriel Fernandes Costa, Jamil Nader Neto, Ana Cristina Moreira M. Z. Armond, Kelly Beatriz Vieira Torres. This work presents a

methodology that exemplifies techniques for capturing and processing astrophotographs using low-cost equipment. With two digital cameras coupled to a telescope, astrophotographs were taken, then processed and analyzed the images of the Moon, Saturn and Jupiter's moons. The diameters of several lunar craters were also calculated, in order to exemplify the application of the method to obtain physical data from the images, as well as the orbital motion of Jupiter's moons. The methodology proved to be efficient in capturing, processing and extracting physical data from astrophotographs, and can be applied for artistic purposes and the teaching of Astronomy.

Temas de Astronomia em feiras de ciências: reflexões sobre currículos e interdisciplinaridade (Astronomy themes in science fairs: reflections on curricula and interdisciplinarity), by Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Andréia Spessatto de Maman and Dayene Borges Guarienti. The work presents a survey and analysis of science fair proceedings promoted by a community university in Rio Grande do Sul, aiming to map contents and interdisciplinary approaches related to Astronomy themes. From a theoretical perspective that considers science fairs as a space to encourage scientific education, there is greater autonomy in the choice of themes in relation to formal contexts. Thus, the presence of Astronomy themes can favor interdisciplinary teaching and research practices. As a result, different levels of integration were identified, from internal connections to the researched themes to the integration of two or more school subjects.

More information about the Journal and instructions for authors can be found at: <www.relea.ufscar.br>. The articles can be written in Portuguese, Spanish or English.

We are grateful to Mr. Walison Aparecido de Oliveira and Mr. Gustavo Ferreira de Amaral for their work towards the publication of this issue, Associated Editors, authors, referees and all those who, directly or indirectly, assisted us in the continuity of this initiative and, in particular, in the preparation of this edition.

Editors

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

Editorial

La Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA) llega a su trigésimo primero número.

En este número, y a pesar del número considerable de submisiones, tenemos la publicación de una cantidad modesta de trabajos. Este hecho es consecuencia de que varios manuscritos enviados no fueron aceptados por abordar solamente relatos de acciones con actividades de forma descriptiva. Así, carecían de inserción en el área de Educación, porque para esto hubieran sido necesarios el establecimiento de un problema, un objetivo de investigación, referenciales teóricos y metodológicos y discusiones con referencias a la literatura del área. Por esta razón, incentivamos a los autores a conocer más la literatura y metodologías del área para que puedan producir trabajos aceptables para su publicación en la Revista con contribuciones de valor para los lectores.

También destacamos que tenemos una carencia crónica de submisiones de artículos de varios países de América Latina. Por lo tanto, solicitamos que nos ayuden a divulgar la RELEA en otros países para que más autores puedan contribuir y que alcancen a los profesores para que este material sea útil de modo general en la educación, investigación y enseñanza en el área.

Desde un punto de vista más positivo, vale destacar que recientemente la RELEA superó la marca de mil citaciones en el Google Académico, 1.064 para ser más exacto. Nuestro índice h5 ya está en 11. Estos números solo refuerzan la calidad de los artículos publicados. Para mayores informaciones y otros indicadores de interés, accese nuestro [perfil](#).

En este número tenemos cuatro artículos:

Ausência de gravidade e estado de imponderabilidade: a concepção de estudantes universitários (Ausencia de gravedad e ingravidez: la concepción de estudiantes universitarios), de Ricardo Ceconello, Vinícius Pavinato y Odilon Giovannini. El artículo presenta un estudio sobre los conceptos de gravedad e ingravidez realizado con estudiantes universitarios de una universidad de Caxias do Sul/RS. Se solicitó un cuestionario y los resultados indicaron que más de la mitad de los estudiantes no distinguían entre conceptos. Con los resultados obtenidos, se recomienda que los docentes de colegios secundarios y de grado superior busquen materiales y enfoques para enseñar estos temas en sus clases.

As características dos textos de divulgação científica que promovem o interesse pela ciência em um público infantojuvenil (Las características de los textos de divulgación científica que despiertan el interés científico en un público infantojuvenil), por Alexsandro Issao Sunaga y Elysandra Figueredo Cypriano. En este artículo se identificaron características de los textos publicitarios que tienen el potencial de despertar el interés por la ciencia y facilitar el aprendizaje entre niños y adolescentes. Fueron textos de este tipo para estudiantes de escuelas primaria y secundaria. Los resultados indican que el uso de textos de divulgación puede ser una estrategia eficaz para la difusión del conocimiento y la enseñanza de la Astronomía en el aula.

Técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo: uma metodologia para o ensino de Astronomia (Técnicas de captura y procesamiento de astrofotografías con equipos de bajo costo: una metodología para la

enseñanza de Astronomía), por André Ferreira Teixeira, Gabriel Fernandes Costa, Jamil Nader Neto, Ana Cristina Moreira M. Z. Armond, Kelly Beatriz Vieira Torres. Este trabajo presenta una metodología que ejemplifica técnicas de captura y procesamiento de astrofotografías utilizando equipos de bajo costo. Con dos cámaras digitales acopladas a un telescopio, se tomaron astrofotografías, luego se procesaron y analizaron las imágenes de la Luna, Saturno y las lunas de Júpiter. También se calcularon los diámetros de varios cráteres lunares, con el fin de ejemplificar una aplicación del método para obtener datos físicos de las imágenes, así también como el movimiento orbital de las lunas de Júpiter. La metodología es eficiente en la captura, procesamiento y extracción de datos médicos de astrofotografías, y se puede aplicar con fines artísticos y en la enseñanza de la Astronomía.

Temas de Astronomia em feiras de ciências: reflexões sobre currículos e interdisciplinaridade (Temas de Astronomía en ferias de ciencias: reflexiones sobre currículos e interdisciplinariedad), por Sônia Elisa Marchi Gonzatti, Andréia Spessatto de Maman y Dayene Borges Guarienti. El trabajo presenta un relevamiento y análisis de los procedimientos de ferias de ciencias promovidos por una universidad comunitaria en Rio Grande do Sul, con el objetivo de mapear contenidos y enfoques interdisciplinarios relacionados con los temas de Astronomía. Desde una perspectiva teórica que considera las ferias como un espacio para incentivar la educación científica, existe una mayor autonomía en la elección de temas en relación a los contextos formales. Así, la presencia de temas de Astronomía puede favorecer prácticas de docencia e investigación interdisciplinarias. Como resultado, se identificaron diferentes niveles de integración, desde conexiones internas a los temas investigados hasta la integración de dos o más asignaturas escolares.

Más información sobre la Revista e instrucciones para autores se encuentran en el *site*: <www.relea.ufscar.br>. Los artículos pueden ser escritos en portugués, español o inglés.

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y Gustavo Ferreira de Amaral por la elaboración de la presente edición, a los Editores Asociados, a los autores, a los árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y, en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

- 1. AUSÊNCIA DE GRAVIDADE E ESTADO DE IMPONDERABILIDADE: A CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS**
Ricardo Ceconello / Vinícius Pavinato / Odilon Giovannini _____ 7
- 2. AS CARACTERÍSTICAS DOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA QUE PROMOVEM O INTERESSE PELA CIÊNCIA EM UM PÚBLICO INFANTOJUVENIL**
Alexsandro Issao Sunaga / Elysandra Figueredo Cypriano _____ 21
- 3. TÉCNICAS DE CAPTURA E PROCESSAMENTO DE ASTROFOTOGRAFIAS UTILIZANDO EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA**
*André Ferreira Teixeira / Gabriel Fernandes Costa /
Jamil Nader Neto / Ana Cristina Moreira M. Z. Armond /
Kelly Beatriz Vieira Torres* _____ 37
- 4. TEMAS DE ASTRONOMIA EM FEIRAS DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIDADE**
*Sônia Elisa Marchi Gonzatti / Andréia Spessatto de Maman /
Dayene Borges Guarienti* _____ 67

CONTENTS

1. AUSÊNCIA DE GRAVIDADE E ESTADO DE IMPONDERABILIDADE: A CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

ABSENCE OF GRAVITY AND WEIGHTLESSNESS: UNDERGRADUATE STUDENTS' CONCEPTION

Ricardo Ceconello / Vinícius Pavinato / Odilon Giovannini _____ 7

2. AS CARACTERÍSTICAS DOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA QUE PROMOVEM O INTERESSE PELA CIÊNCIA EM UM PÚBLICO INFANTOJUVENIL

FEATURES IN SCIENTIFIC OUTREACH TEXTS THAT BOOST THE INTEREST OF YOUNG PEOPLE FOR SCIENCE

Alexsandro Issao Sunaga / Elysandra Figueredo Cypriano _____ 21

3. TÉCNICAS DE CAPTURA E PROCESSAMENTO DE ASTROFOTOGRAFIAS UTILIZANDO EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

ASTROPHOTOGRAPHY CAPTURE AND PROCESSING TECHNIQUES USING LOW-COST EQUIPMENT: A METHODOLOGY FOR THE TEACHING OF ASTRONOMY

*André Ferreira Teixeira / Gabriel Fernandes Costa /
Jamil Nader Neto / Ana Cristina Moreira M. Z. Armond /
Kelly Beatriz Vieira Torres* _____ 37

4. TEMAS DE ASTRONOMIA EM FEIRAS DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIDADE

ASTRONOMY THEMES IN SCIENCE FAIRS: REFLECTIONS ON CURRICULA AND INTERDISCIPLINARITY

*Sônia Elisa Marchi Gonzatti / Andréia Spessatto de Maman /
Dayene Borges Guarienti* _____ 67

SUMARIO

1. AUSÊNCIA DE GRAVIDADE E ESTADO DE IMPONDERABILIDADE: A CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

AUSENCIA DE GRAVEDAD E INGRAVIDEZ: LA CONCEPCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Ricardo Cecconello / Vinícius Pavinato / Odilon Giovannini _____ 7

2. AS CARACTERÍSTICAS DOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA QUE PROMOVEM O INTERESSE PELA CIÊNCIA EM UM PÚBLICO INFANTOJUVENIL

LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA QUE DESPIERTAN EL INTERÉS CIENTÍFICO EN UN PÚBLICO INFANTOJUVENIL

Alexsandro Issao Sunaga / Elysandra Figueredo Cypriano _____ 21

3. TÉCNICAS DE CAPTURA E PROCESSAMENTO DE ASTROFOTOGRAFIAS UTILIZANDO EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

TÉCNICAS DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE ASTROFOTOGRAFÍAS CON EQUIPOS DE BAJO COSTO: UNA METODOLOGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA

*André Ferreira Teixeira / Gabriel Fernandes Costa /
Jamil Nader Neto / Ana Cristina Moreira M. Z. Armond /
Kelly Beatriz Vieira Torres* _____ 37

4. TEMAS DE ASTRONOMIA EM FEIRAS DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIDADE

TEMAS DE ASTRONOMÍA EN FERIAS DE CIENCIAS: REFLEXIONES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIEDAD

*Sônia Elisa Marchi Gonzatti / Andréia Spessatto de Maman /
Dayene Borges Guarienti* _____ 67

AUSÊNCIA DE GRAVIDADE E ESTADO DE IMPONDERABILIDADE: A CONCEPÇÃO DE ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS

ID *Ricardo Ceconello*¹

ID *Vinicius Pavinato*²

ID *Odilon Giovannini*³

Resumo: O presente artigo relata um estudo de cunho descritivo realizado com estudantes universitários do primeiro semestre acerca dos conceitos de ausência de gravidade e imponderabilidade. Os sujeitos deste estudo foram estudantes dos cursos das áreas de Ciências Exatas e Engenharias de uma universidade comunitária do município de Caxias do Sul, RS. Um questionário fechado foi aplicado aos estudantes para identificar seu entendimento acerca dos conceitos de imponderabilidade e de ausência de gravidade. Para isso, foi realizado um levantamento bibliográfico para auxiliar na elaboração das perguntas que compunham o questionário. Os resultados do questionário indicaram que mais da metade dos estudantes não distinguiu entre os conceitos de ausência de gravidade e imponderabilidade. Diante dos resultados obtidos, enfatiza-se a recomendação para que professores, tanto de Ensino Médio quanto de Graduação, procurem material apropriado e utilizem estratégias adequadas para ensinar esses temas em suas aulas.

Palavras-chave: Ensino de Física; Imponderabilidade; Ausência de Gravidade.

AUSENCIA DE GRAVEDAD E INGRAVIDEZ: LA CONCEPCIÓN DE ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS

Resumen: Este artículo relata un estudio descriptivo realizado con estudiantes universitarios del primer semestre sobre los conceptos de ausencia de gravedad e ingravidez. Los sujetos de este estudio fueron estudiantes de cursos en las áreas de Ciencias Exactas e Ingeniería de una universidad comunitaria en la ciudad de Caxias do Sul, RS. Se aplicó un cuestionario anónimo a los estudiantes para identificar su comprensión sobre los conceptos de ingravidez y ausencia de gravedad. Para ello, se realizó una revisión bibliográfica para auxiliar en la elaboración de las preguntas que componen el cuestionario. Los resultados del cuestionario indicaron que más de la mitad de los estudiantes no sabían diferenciar entre los conceptos de ausencia de gravedad e ingravidez. Teniendo en consideración los resultados obtenidos, se hace necesaria la recomendación para que los profesores, tanto de la Enseñanza Media y la Educación Superior, busquen material apropiado y usen estrategias adecuadas para enseñar estos temas en sus clases.

Palabras clave: Enseñanza de Física; Ingravidez; Ausencia de Gravedad.

ABSENCE OF GRAVITY AND WEIGHTLESSNESS: UNDERGRADUATE STUDENTS' CONCEPTION

Abstract: This article reports a descriptive study realized with first semester undergraduate students about the concepts of absence of gravity and weightlessness. The subjects of this study were students of Exact Sciences and Engineering courses of a community university in the city of Caxias do Sul, RS. A closed-ended questionnaire was applied to students to identify their understanding about the concepts of weightlessness and absence of gravity. For this, a bibliographic survey was carried out to assist in the preparation of the questions that composed the questionnaire. The results of the questionnaire indicated

¹ Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, Brasil. E-mail: ceconelloricardo@outlook.com.

² Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, Brasil. E-mail: vpavinato@gmail.com.

³ Universidade de Caxias do Sul (UCS), Caxias do Sul, Brasil. E-mail: ogiovannini@gmail.com.

that more than half of the students did not distinguish between the concepts of absence of gravity and weightlessness. In view of the results obtained, it is emphasized the recommendation that teachers, both High School and College, search appropriate materials and make use of adequate strategies to teach these subjects in their classes.

Keywords: Physics education; Weightlessness; Absence of Gravity.

1 Introdução

Imagens e vídeos de astronautas e objetos flutuando e realizando diversos movimentos, alguns impossíveis de serem realizados aqui embaixo, a bordo de veículos espaciais, como a Estação Espacial Internacional e cápsulas espaciais, sempre despertam a curiosidade das pessoas e que, certamente, se perguntam como isso é possível. Ausência de gravidade, microgravidade, peso nulo e queda livre são algumas respostas comuns para explicar esse fenômeno de fluidez no espaço.

O papel da contextualização é fundamental para o ensino de Física e faz parte dos documentos oficiais que orientam as ações educacionais para a Educação Básica desde os antigos Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 2000) até mais recentemente com o Guia de Livros Didáticos – Ensino Médio (Brasil, 2017) e com a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), na área do conhecimento de Ciências da Natureza para o Ensino Médio.

A contextualização pode ser compreendida como um recurso didático para problematizar a realidade vivida pelos estudantes e tem sido incorporada de diferentes maneiras e com diferentes funções, sendo, em grande parte das vezes, utilizada como forma de exemplificação de conceitos ou fenômenos físicos, como espaço de aplicação do conhecimento já desenvolvido ou como elemento de motivação (Brasil, 2017). Dessa forma, possibilita conectar o conteúdo específico a ser ensinado às experiências do cotidiano ou aos conhecimentos já obtidos pelos estudantes, pleiteando-se assim uma aprendizagem significativa, entendida como a interação eficiente entre conhecimentos novos e conhecimentos já dominados pelo estudante, compondo uma estrutura cognitiva mais desenvolvida e mais abstrata (Ausubel, 2003).

Os assuntos relacionados à gravidade fazem parte do ensino de Dinâmica ou Leis de Newton no currículo do Ensino Médio. Em geral, conforme o Guia de Livros Didáticos, para o componente curricular Física do Ensino Médio do PNL 2018 (Brasil, 2017), esse tema está presente nos livros didáticos de Física e é ensinado no primeiro ano do Ensino Médio.

Nos cursos de graduação das áreas de Ciências Exatas e de Engenharias, o estudo do movimento dos corpos e seus fenômenos a partir das causas do movimento, isto é, levando em conta as interações com agentes externos está presente nos principais livros utilizados no Ensino Superior, nos cursos dessas áreas específicas, como, por exemplo, Halliday, Resnick e Walker (2016), Serway e Jewett Jr. (2014) e Tipler e Mosca (2009), e é abordado com mais profundidade em relação ao Ensino Médio.

O conhecimento e domínio de áreas da Física que envolvem gravidade é fundamental para um avanço intelectual adequado do estudante ao longo do curso de graduação nas áreas de Ciências Exatas e de Engenharias. Uma formação sólida nesse assunto é importante, também, para sua atuação profissional, pois entre os mercados de

trabalho mais promissores estão o aeroespacial, sensores e sistemas de navegação, defesa e fabricantes de aviões, entre outras.

Dentre os assuntos mais importantes contemplados nesse tópico específico, estão os conceitos de ausência de gravidade e o estado de imponderabilidade. E, tendo em vista essa importância, buscou-se nesse estudo de cunho descritivo averiguar a concepção⁴, acerca desses conceitos, de estudantes universitários do primeiro ano dos cursos das áreas das Ciências Exatas e Engenharias.

Como alguns autores concluem (Gatti, Nardi & Silva 2010; Dias et al., 2004; Galili, 1995), muitos alunos possuem concepções sobre o tema que não são coerentes com os modelos físicos atuais, que definem a ausência de gravidade como sendo o estado no qual os corpos não estão sujeitos à influência gravitacional de outros corpos e o estado de imponderabilidade como aquele dos objetos que não possuem peso.

Considerando o objetivo descritivo do presente estudo, pretende-se, também, que professores, do Ensino Médio e Superior e estudantes de licenciatura em Física e áreas afins percebam a situação em que os estudantes encontram-se em relação a suas concepções acerca desses conteúdos, pois entende-se que a desconstrução de concepções prévias e espontâneas de assuntos tidos como “evidentes” (como, por exemplo, em que se acredita que astronautas flutuam devido à ausência de gravidade) favorece o desenvolvimento do senso crítico, uma vez que se percebe que o mecanismo de fenômenos na natureza nem sempre é o mais óbvio. Além disso, intenta-se diminuir a escassez tanto de materiais teóricos que tratam sobre os conceitos da ausência de gravidade e do estado de imponderabilidade quanto de estudos que apontam sobre a própria concepção dos estudantes.

No texto a seguir, apresenta-se a descrição dos conceitos que norteiam este estudo, da metodologia aplicada na coleta de dados e da análise de dados e a discussão dos resultados. O texto é finalizado, então, com as considerações dos autores sobre o estudo realizado.

2 Estado de imponderabilidade e ausência de gravidade

Quando estamos em contato com uma superfície de apoio e estável, nossos corpos ficam sujeitos a compressões, e temos a sensação de peso. Assim, o peso, no sentido físico do termo, é definido como a força de sustentação exercida sobre uma superfície (Hewitt, 2015). Contudo, costuma-se (principalmente no Ensino Médio) tomar outra compreensão deste termo, que é um caso particular da anteriormente exposta: o peso de um corpo é a força gravitacional que atua sobre ele. Por exemplo, segundo Barreto Filho e Silva (2016, p. 128), “[...] o peso de um corpo é a força gravitacional com a qual a Terra o atrai. A definição de força peso também pode ser aplicada para outros corpos celestes”. Para Pietrocola et al. (2016), o peso é a força que faz com que corpos caiam. Ou seja, nesses livros didáticos do Ensino Médio, o peso é igual à força gravitacional.

⁴ Utiliza-se, nesse trabalho, o termo concepção para referir-se à construção de conceitos pelas pessoas, pois pretende-se informar a maneira como as pessoas percebem e avaliam os fenômenos em estudo, conforme proposto por Matos e Jardimino (2016).

Nos livros de graduação observam-se diferentes concepções de peso. Alguns autores abordam o peso como sendo uma força de sustentação, a exemplo da seguinte explicação “O peso P de um corpo é o módulo da força necessária para impedir que o corpo caia livremente, medida em relação ao solo” (Halliday et al., 2016, p. 104). Young e Freedman (2008, p. 119) adotam outra concepção, dizendo que “O peso de um corpo, por outro lado, é a *força* de atração gravitacional exercida pela Terra sobre o corpo”. Esta definição de peso também adotada por Serway e Jewett Jr. (2014, p. 108), onde os autores escrevem que “O módulo dessa força [a força gravitacional] é chamado peso [...]”. Em outro livro muito utilizado nos cursos de graduação, Tipler e Mosca (2009, p. 99) afirmam que o peso de um objeto em queda livre “[...] é a magnitude da força gravitacional sobre ele”. Os mesmos autores definem, em seguida (p. 100), o peso aparente como sendo a sensação da força gravitacional devido a outras forças que a contrabalançam e, no caso de peso aparente nulo, como na queda livre, o corpo estaria em uma condição de imponderabilidade. Knight (2009, p. 162) define o peso como uma sensação e, utilizando o exemplo de um homem caindo em queda livre, ou seja, na ausência da resistência do ar, afirma o autor que o homem “[...] não experimenta a *sensação* de peso”, o qual estaria no estado de imponderabilidade. Galili (1995), por sua vez, apresenta duas definições: (i) peso gravitacional é a força gravitacional exercida pela Terra sobre um corpo, caso em que ele e a força normal exercida pela superfície sobre o corpo não formam um par ação-reação (pela Terceira Lei de Newton), e (ii) peso operacional é uma força de contato, exercida pelo corpo sobre a superfície, e forma um par ação-reação com a força normal exercida pela superfície sobre o corpo. Assim, baseado nesses livros usualmente adotados em cursos de graduação, o peso de um corpo pode ser definido como sendo igual ao módulo da força gravitacional exercida sobre ele (em queda livre ou não), ou como sendo a ação de uma força de contato, ou como sendo uma sensação.

Em relação ao estado de imponderabilidade, Hewitt (2015, p. 767) define-o como: “Condição de queda livre na direção da Terra ou ao seu redor, em que um objeto não experimenta força suporte [...]”. O autor exemplifica a situação considerando uma pessoa sobre uma balança em um elevador:

Se o elevador estivesse em queda livre, a balança marcaria um peso nulo. De acordo com o que ela marca, você estaria sem peso ou em estado de imponderabilidade [...]. Mesmo nessa condição de imponderabilidade, entretanto, ainda existiria uma força gravitacional exercida sobre você, que o acelera para baixo. Mas a gravidade agora não mais seria sentida como peso, pois não existiria uma força de sustentação (Hewitt 2015, p. 166).

No caso de um astronauta na órbita terrestre, Ride (1994, p. 72) observa que:

Ele [o astronauta] não está sem peso porque está “fora da ação da gravidade”, mas sim porque o ônibus espacial e tudo em seu interior [...] [está] em queda livre. [...] Uma espaçonave em órbita “cai” no sentido de que ela não segue uma linha reta que deveria seguir, caso não houvesse nenhuma força atuando sobre ela.

Aquilo que impede que um corpo em órbita atinja a Terra é sua velocidade tangencial. Se ela fosse menor que um valor crítico, o objeto espiralaria em direção ao centro do planeta; se fosse nula, ele simplesmente cairia em linha reta, a princípio. Esse tipo de movimento foi compreendido por Isaac Newton, no século XVII, conforme Hewitt (2015, p. 191) explica:

Ele [Newton] comparou o movimento da Lua a uma bala de canhão disparada a partir do topo de uma alta montanha. [...] Se ela [a bala] fosse disparada com uma pequena rapidez horizontal, descreveria uma trajetória curva e logo atingiria a Terra abaixo. Se fosse disparada com uma rapidez maior, sua trajetória seria menos curva e ela atingiria a Terra num ponto mais afastado. Se a bala de canhão fosse disparada com rapidez suficiente, Newton pensou, a trajetória curvada se tornaria um círculo e a bala de canhão circularia a Terra indefinidamente. Ela estaria em órbita.

Deste modo, o fato de astronautas “flutuarem” em naves espaciais pode ser assim compreendido: estando em movimento orbital, astronautas, nave e demais objetos em órbita aceleram em direção à Terra devido à força gravitacional que o planeta exerce sobre eles. Estando todos com mesma aceleração não há movimento relativo espontâneo entre si, e assim em movimento de queda livre, resultando na aparente flutuação de pessoas e objetos em relação à nave. Segue que, por não haver uma superfície que os sustente, astronautas encontram-se em estado de imponderabilidade e sem peso, segundo a definição operacional de Galili (1995) ou a de sensação de Knight (2009). Neste ponto, é importante mencionar que em uma nave espacial em órbita da Terra e, portanto, em queda livre, o efeito mais relevante é a imponderabilidade. Porém, de fato existem outras forças, de menor intensidade, atuando dentro da nave espacial. Por exemplo, pequenos efeitos de maré, o efeito gravitacional gerado pela massa dos astronautas e da própria nave, e forças de Coriolis e centrífuga no sistema de referência da nave. Além disso, se a nave estiver em órbita muito baixa, pode haver atrito com a atmosfera, produzindo uma desaceleração. E, também, embora muito pequena, a atração gravitacional do Sol pode não ser desprezada em alguns possíveis experimentos realizados a bordo da nave espacial.

Percebe-se, então, que não existe movimento orbital sem força gravitacional, nesse caso atuando como força centrípeta. Sem ela, não haveria aceleração centrípeta e o corpo mover-se-ia em linha reta. Conforme referido anteriormente, muitos estudantes de Ensino Médio, por estarem familiarizados apenas com a definição gravitacional de peso, acreditam que a imponderabilidade se dá pela ausência de gravidade, isto é, pela ausência de força gravitacional atuando sobre o corpo (estado inatingível em qualquer circunstância, mas aproximado quando se está muito distante de qualquer objeto massivo).

Embora se perceba que ausência de gravidade e imponderabilidade não são conceitos equivalentes, muitos alunos e professores acabam por confundir os termos, considerando-os a mesma coisa. Por conhecerem apenas o conceito de peso associado à força gravitacional, os estudantes acreditam que, quando se diz que um corpo experimenta ausência de peso, significa que sobre ele não atua a força gravitacional, ou seja, o corpo está na ausência de gravidade.

De acordo com o estudo conduzido por Galili e Lehavi (2003 apud Tural et al., 2010), nenhum aluno participante conseguiu explicar o estado de imponderabilidade de maneira correta; ao mesmo tempo, cerca de 20% dos professores e 80% dos alunos explicaram o estado de imponderabilidade de maneira incompleta ou com imprecisões.

Essa dificuldade em conseguir diferenciar imponderabilidade de ausência de gravidade pode ser explicada por Gatti, Nardi e Silva (2010, p. 14), que afirmam que “os alunos têm dificuldades em relacionar eventos terrestres e celestes, explicando o

movimento de um astronauta e de sua nave como devido ao fato de não haver gravidade no espaço, ou desta ser muito fraca”. Em análise das respostas de estudantes a sua pesquisa, Galili (1995, p. 64, tradução nossa) verificou que:

Em síntese, imponderabilidade parece ser entendida pelos estudantes como um fenômeno com dependência funcional da localização (grandes distâncias da Terra) e/ou meio (espaço interestelar vazio), mas não o estado de movimento (queda livre). Este entendimento não está de acordo com o paradigma da Mecânica Newtoniana.

Tal problema é evidenciado nos resultados de Dias et al. (2004) que mostram que nenhum dos 82 alunos de Ensino Médio que participaram da pesquisa sobre gravitação universal conseguiram explicar o motivo pelo qual astronautas flutuam em suas naves quando estão em órbita terrestre. Uma justificativa para a interpretação da imponderabilidade foi apresentada por Galili (1995, p. 51, tradução nossa):

É possível interpretar esse conhecimento como sendo altamente influenciado pela confusão entre dois conceitos básicos da física, peso e força gravitacional, os quais são comumente igualados nos currículos padrões de física.

A confusão entre os conceitos de peso é agravada pela abordagem deficiente dos livros didáticos sobre o assunto, conforme mostra o estudo de Galili e Lehavi (2003) e também nos exemplos citados anteriormente nesse artigo. Essa inadequação, de acordo com Galili (1995), acaba colocando os professores de Física em uma situação complicada durante sua prática, pois não se sabe a maneira correta de apresentar esse conteúdo aos alunos. Tal inadequação deriva, principalmente, de diferentes concepções sobre o conceito de peso contido nos livros e a maneira com que esses apresentam a matéria, como apontam os dados da pesquisa de Galili e Lehavi (2003).

Com isso, pode-se inferir, portanto, que, por mais que os professores queiram ensinar da forma “correta” esses conceitos, os livros didáticos que servem como aporte ao ensino não contribuem satisfatoriamente para tal.

Diante deste cenário, o presente estudo buscou identificar o entendimento acerca dos conceitos de imponderabilidade e de ausência de gravidade em estudantes do Ensino Superior. A seguir, então, apresenta-se a metodologia utilizada nesse estudo.

3 Metodologia

Conforme apresentado nas seções anteriores, as abordagens nos livros didáticos sobre peso, força gravitacional e imponderabilidade são controversas, insuficientes ou até inexistentes. Ao mesmo tempo, a literatura acadêmica é deficiente em pesquisas sobre a concepção que alunos têm destes conceitos da Física. Então, diante deste cenário, buscou-se nesse estudo averiguar o entendimento de estudantes recém ingressados na graduação sobre estado de imponderabilidade e ausência de gravidade, pois entende-se que estes conceitos, quando bem abordados em sala de aula, estruturam a concepção geral dos fenômenos que envolvem forças gravitacionais.

Para tanto, foi realizado um levantamento no segundo semestre de 2019 com 54 alunos do primeiro semestre da área de Ciências Exatas e da Natureza, matriculados nos cursos de Automação Industrial, Ciência da Computação, Engenharia Ambiental, Engenharia Automotiva, Engenharia Civil, Engenharia da Computação, Engenharia de

Controle e Automação, Engenharia de Produção, Engenharia Elétrica, Engenharia Mecânica, Engenharia Química e licenciatura em Matemática.

Para alcançar o objetivo do presente estudo, de cunho descritivo, foi utilizado um questionário fechado elaborado pelos autores (Apêndice A). Assim, nessa perspectiva descritiva do entendimento dos estudantes, escolheu-se o questionário como instrumento de coleta de dados, pois, segundo Gil (2008), o questionário é uma técnica de investigação composta por um conjunto de questões com o propósito de obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, entre outros aspectos. Além disso, a elaboração das perguntas foi feita a partir de um rigoroso levantamento bibliográfico que contou com consultas a livros, artigos e dissertações.

O questionário foi composto por sete questões. Duas delas foram adaptadas de outros estudos, como está indicado ao final do questionário, disponível no Apêndice A. As outras foram elaboradas pelos autores com base na literatura. As questões, seis e sete foram formuladas visando a reflexão do respondente sobre o assunto, buscando uma melhor correspondência com a concepção deles e possibilitando uma análise mais confiável. Após sua elaboração, os autores solicitaram aos professores da área de Física para avaliarem as perguntas e suas opções de resposta visando a validação do questionário.

Os questionários foram, então, aplicados em uma turma da disciplina Tópicos de Ciências Exatas, na qual estavam presentes 54 estudantes. Esta é uma disciplina comum a todos os cursos da área de Ciências Exatas e da Natureza da Universidade de Caxias do Sul, no município de Caxias do Sul, RS, que tem por objetivo tratar de tópicos elementares da Física e da Química de forma interdisciplinar e em consonância com o estudo e a aplicação da Matemática nestas áreas, por meio do método de aprendizagem baseada em problemas. Como a disciplina é cursada no primeiro semestre, os graduandos ainda não haviam tido contato com outras disciplinas que abordavam a Mecânica Newtoniana, logo suas concepções sobre os assuntos abordados no questionário referem-se, em princípio, ao que estudaram no Ensino Médio ou fora dele.

Após a aplicação do questionário, as respostas obtidas foram analisadas utilizando a estatística descritiva para determinar a distribuição de frequência das opções selecionadas (Moreira, 2011; Appolinário, 2006). De posse destes dados, buscou-se identificar a concepção dos estudantes acerca dos conceitos físicos em estudo, a partir da comparação entre as opções selecionadas por cada um para avaliar coerências ou inconsistências conceituais por parte dos estudantes.

4 Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das questões 2 (*Você sabe o que significa o estado de imponderabilidade?*) e 3 (*Você sabe o que é ausência de gravidade?*). De acordo com as respostas obtidas, observa-se que a maioria dos alunos afirma saber o que é ausência de gravidade, porém desconhece o que seja o estado de imponderabilidade.

A partir desse resultado inicial, já se evidencia uma carência de um conhecimento prévio do conceito de imponderabilidade; por outro lado, há um maior

reconhecimento da ausência de gravidade. Contudo, isso não implica que o respondente de fato sabe o que significa este conceito; apenas que, no mínimo, já ouviu o termo em outros contextos e tem uma ideia ao menos vaga sobre ele.

	Sim	Não
Questão 2	9	44
Questão 3	48	6

Tabela 1 - Respostas das questões 2 e 3.
Fonte: os autores (2020).

A Tabela 2 apresenta as respostas das questões 4, 5, 6 e 7, pois a análise realizada comparou as respostas dos estudantes entre as questões.

Alternativas	Questões			
	4	5	6	7
a	27	18	9	0
b	12	24	12	3
c	3	12	3	3
d	7	-	19	2
e	5	-	5	6
f	-	-	7	0

Tabela 2 - Quantidade das respostas das questões 4, 5, 6 e 7.
Fonte: os autores (2020).

A alternativa correta referente à questão quatro (*Quando você vê a imagem de um astronauta “flutuando” a bordo da Estação Espacial Internacional, que orbita o planeta Terra, deduz que:*) é a letra B (Existe gravidade e a nave está em queda livre). Contudo, a opção que mais apresentou respostas foi a primeira (Não existe gravidade naquele local). Esta é uma concepção muito comum do efeito de flutuação no espaço, quando se considera que este fenômeno, a flutuação, ocorre somente pela ausência de forças atuantes sobre o corpo. Talvez esta concepção decorra de o respondente acreditar que a gravidade atua apenas em corpos que estão sobre o planeta Terra, e não fora dele, ou que, por o astronauta não estar “caindo” em direção ao planeta, sobre ele não atua nenhuma força.

A questão quatro relaciona-se com a questão cinco (*Os satélites mantêm-se em órbita em vez de caírem sobre a Terra porque se encontram além da gravidade da Terra. Esta afirmação é:*), cuja alternativa correta é a letra A (Falsa). Aqueles que afirmaram que sabem o que é ausência de gravidade e responderam que o astronauta não está sobre ação da gravidade terrestre, ou consideraram a quinta questão verdadeira, não compreendem as implicações da ausência desta, uma vez que sem ela o corpo não estaria em órbita. Estes alunos contabilizam aproximadamente 71% de todos que afirmaram saberem o que é ausência de gravidade.

A alternativa que mais apresentou registros de respostas na questão seis (*Qual(is) da(s) situação(ões) abaixo representa(m) ausência de gravidade?*) foi a letra D (Astronauta em uma nave suficientemente distante de planetas e estrelas) que, de fato, é a única alternativa correta. Vale ressaltar que foram contabilizadas as respostas das questões seis e sete apenas dos respondentes que afirmaram nas questões dois e três saber sobre o assunto referente. Assim, na questão seis foram avaliadas as respostas de 48 respondentes, e na questão sete, de 9. Levando isso em consideração, observa-se que cerca de 40% daqueles que afirmaram saber o que é ausência de gravidade de fato responderam à questão seis de forma concordante com sua afirmação anterior.

Em relação à questão sete (*Qual(is) da(s) situação(ões) abaixo representa(m) o estado de imponderabilidade?*), as alternativas corretas são as letras A (Astronauta em uma nave suficientemente distante de planetas e estrelas), B (Astronauta na Estação Espacial Internacional orbitando a Terra) e E (Pessoa dentro de um elevador em queda livre). As opções mais assinaladas foram a letra E (67% dos respondentes que afirmaram saber os conceitos referentes ao estado de imponderabilidade) e a letra B (cerca de 33%). Assim, também se constata que a maioria (89%) daqueles cuja resposta foi “Sim” na questão dois responderam a última pergunta de forma a corroborar o que por eles foi afirmado. De fato, a alternativa E é um exemplo corriqueiro nas discussões acerca do estado de imponderabilidade, refletindo-se isso na maior quantidade de registros desta alternativa para a questão sete, o que indica um possível contato prévio com o assunto.

Retomando o problema inicial, observa-se que se o respondente registrou as alternativas A (Não existe gravidade naquele local) ou D (A Estação e o astronauta estão livres da ação de forças) da questão quatro e/ou a alternativa A (Astronauta na Estação Espacial Internacional orbitando a Terra) da questão seis, ele confunde os conceitos de ausência de gravidade e estado de imponderabilidade e considera que ambos são a mesma coisa. Tomou-se como critério essas respostas pois elas relacionam de forma errônea os conceitos mencionados, uma vez que, quando a questão trata sobre estado de imponderabilidade, a(s) alternativa(as) refere(m)-se à ausência de gravidade, e vice-versa.

Levando em consideração esse parâmetro, constatou-se que cerca de 63% dos alunos que responderam ao questionário possuem a concepção equivocada acima mencionada. Além disso, agrava-se a magnitude do problema envolvendo a incompreensão dos conceitos relacionados à ausência de gravidade e imponderabilidade, tendo em vista que esse número de estudantes não percebe que objetos em órbita estão sob a ação da gravidade, pois eles respondem de maneira contrária a isto.

Como por este estudo constatado, mais da metade dos jovens ingressantes na Universidade não diferenciam entre ausência de gravidade e imponderabilidade. Esse elevado percentual de estudantes com concepções equivocadas decorre, muito provavelmente, de fatores que vão desde a carência do tratamento adequado destes assuntos em sala de aula como na abordagem insatisfatória dos livros didáticos acerca dos conceitos de ausência de gravidade e imponderabilidade. Essa confusão entre ausência de gravidade e imponderabilidade e, ainda, a dificuldade em explicar os princípios básicos da gravitação ou suas consequências, acontece com muitos professores e estudantes de Ensino Médio, como evidenciado por alguns autores (Dias

et al., 2004; Galili & Lehavi, 2003; Galili, 1995). Essas dificuldades são perpetuadas e são observadas em alunos e professores de graduação das áreas da Física, conforme estudos de Tural et al. (2010), Gatti, Nardi & Silva (2010), Galili & Lehavi (2003) e Galili (1995).

5 Considerações finais

O objetivo que norteou este trabalho foi verificar o entendimento acerca dos conceitos de imponderabilidade e de ausência de gravidade por estudantes universitários do primeiro semestre de cursos das áreas de Ciências Exatas e de Engenharia. Para atingir tal objetivo realizou-se um levantamento bibliográfico e aplicou-se um questionário aos estudantes que aceitaram voluntariamente participar desse estudo.

Baseando-se nos dados obtidos a partir das respostas às perguntas do questionário, encontrou-se que 63% dos graduandos não compreendem a diferença entre ausência de gravidade e estado de imponderabilidade.

A partir do levantamento bibliográfico, notou-se que as diferenças, e algumas vezes inconsistências, entre os conceitos aqui utilizados como base do presente estudo, também é recorrente entre alunos e professores. Além disso, os livros didáticos de Física para o Ensino Médio e Superior não abordam os assuntos de maneira clara e objetiva, contribuindo para a propagação deste erro conceitual. Como os outros trabalhos que foram citados neste estudo não tangenciaram a relação entre as concepções de ausência de gravidade e imponderabilidade, não há uma base sólida para a comparação entre os resultados daqueles trabalhos e deste.

Tendo em vista a situação constatada, é recomendado que tanto professores de Ensino Médio como de graduação procurem mais esclarecimento sobre os conceitos de ausência de gravidade e estado de imponderabilidade, principalmente em estudos críticos presentes na literatura, e incitem seus alunos à reflexão destes assuntos.

Referências

Appolinário, F. (2006). *Metodologia da Ciência: Filosofia e Prática da Pesquisa* (1a ed.). São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

Ausubel, D. P. (2003). *Aquisição e Retenção de Conhecimentos: Uma Perspectiva Cognitiva* (1a ed.). Lisboa: Plátano Edições Técnicas.

Barreto Filho, B., & Silva, C. X. (2016). *Física aula por aula: mecânica* (3a ed.). São Paulo: FTD.

Brasil. Ministério da Educação. (2000). *Parâmetros Curriculares Nacionais*. Recuperado em 09 set., 2020, de portal.mec.gov.br/conaes-comissao-nacional-de-avaliacao-da-educacao-superior/195-secretarias-112877938/seb-educacao-basica-2007048997/12598-publicacoes-sp-265002211

Brasil. Ministério da Educação. (2017). *PNLD 2018: física – guia de livros didáticos – ensino médio*.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Recuperado em 09 set., 2020, de basenacionalcomum.mec.gov.br/abase/

Dias, P. M. C., et al. (2004). A Gravitação Universal: um texto para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26(3), 257-271. Recuperado em 09 set., 2020, de www.scielo.br/pdf/rbef/v26n3/a12v26n3.pdf

Galili, I. (1995). Interpretation of students' understanding of the concept of weightlessness. *Research in Science Education*, 25(1), 51-74. Recuperado em 09 set., 2020, de link.springer.com/article/10.1007%2FBF02356460

Galili, I., & Lehari, Y. (2003). The importance of weightlessness and tides in teaching gravitation. *American Journal of Physics*, 71(11), 1127-1135. Recuperado em 09 set., 2020, de aapt.scitation.org/doi/10.1119/1.1607336

Gatti, S. R. T., Nardi, R., & Silva, D. (2010). História da ciência no ensino de física: um estudo sobre o ensino de atração gravitacional desenvolvido com futuros professores. *Investigações em Ensino de Ciências*, 15(1), 7-59. Recuperado em 09 set., 2020, de www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/314/202

Gil, A. C. (2008). *Métodos e Técnicas de Pesquisa Social* (6a ed.). São Paulo: Atlas.

Halliday, D., et al. (2016). *Fundamentos de Física: mecânica* (10a ed.). Rio de Janeiro: LTC.

Hewitt, P. G. (2015). *Física Conceitual* (12a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Knight, R. (2009). *Física 1: uma abordagem estratégica* (2a ed.). Porto Alegre: Bookman.

Matos, D. A. S., & Jardimino, J. R. L. (2016). Os conceitos de concepção, percepção, representação e crença no campo educacional: similaridades, diferenças e implicações para a pesquisa. *Educação & Formação*, 1(3), 20-31. Recuperado em 21 mar., 2021, de <https://doi.org/10.25053/edufor.v1i3.1893>

Moreira, M. A. (2011). *Metodologia de pesquisa em ensino* (1a ed.). São Paulo: Livraria da Física.

Pietrocola, M., et al. (2016). *Física em contextos* (vol. 1). São Paulo: Editora do Brasil.

Ride, S. K. (1994). Física no Estado de Imponderabilidade. In David Halliday & Robert Resnick. *Fundamentos de Física*. (3a ed., vol. 2, pp. 72-75). Rio de Janeiro: LTC.

Serway, R. A., & Jewett Jr., J. W. (2014). *Princípios de física: mecânica clássica e relatividade* (5a ed.). São Paulo: Cengage Learning.

Sousa, R. R. M. (2015). *Construção de um experimento para o ensino de microgravidade com uso de vídeos* (Dissertação de mestrado profissional). IFRN, Natal. Recuperado em 09 set., 2020, de memoria.ifrn.edu.br/handle/1044/773

Tipler, P. A., & Mosca, G. (2009). *Física para cientistas e engenheiros: mecânica, oscilações e ondas, termodinâmica* (6a ed.). Rio de Janeiro: LTC.

Tural, G., et al. (2010). Effect of 5E Teaching Model on Student Teachers' Understanding of Weightlessness. *Journal of Science Education and Technology*, 19(5), 470-488. Recuperado em 09 set., 2020, de link.springer.com/content/pdf/10.1007%2Fs10956-010-9214-y.pdf

Young, H. D., & Freedman, R. A. (2008). *Física I: mecânica* (12a ed.). São Paulo: Addison Wesley.

Artigo recebido em 09/09/2020.

Aceito em 07/04/2021.

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO APLICADO

Estado de imponderabilidade e ausência de gravidade

O presente questionário tem como intuito coletar informações acerca das concepções sobre o estado de imponderabilidade e ausência de gravidade.



- 1) Qual é o seu curso?
- 2) Você sabe o que significa o estado de imponderabilidade?
 - a) Sim.
 - b) Não.
- 3) Você sabe o que é ausência de gravidade?
 - a) Sim.
 - b) Não.
- 4) Quando você vê a imagem de um astronauta “flutuando” a bordo da Estação Espacial Internacional, que orbita o planeta Terra, deduz que:⁵
 - a) Não existe gravidade naquele local.
 - b) Existe gravidade e a nave está em queda livre.
 - c) A Estação Espacial está em repouso em relação à Terra e muito longe deste planeta.
 - d) A Estação e o astronauta estão livres da ação de forças.
 - e) Nenhuma das alternativas.

⁵ Adaptado de: Sousa, R. R. M. (2015). Construção de um experimento para o ensino de microgravidade com uso de vídeos. (Dissertação Mestrado Profissional em Ensino de Física). IFRN, Natal.

- 5) Os satélites mantêm-se em órbita em vez de caírem sobre a Terra porque se encontram além da gravidade da Terra. Esta afirmação é:⁶
- a) Falsa.
 - b) Verdadeira.
 - c) Não sei.
- 6) Qual(is) da(s) situação(ões) abaixo representa(m) ausência de gravidade?
- a) Astronauta na Estação Espacial Internacional orbitando a Terra.
 - b) Astronauta na superfície da Lua.
 - c) Asteroide orbitando o Sol.
 - d) Astronauta em uma nave suficientemente distante de planetas e estrelas.
 - e) Objeto em queda livre nas proximidades da Terra.
 - f) Nenhuma das alternativas.
- 7) Qual(is) da(s) situação(ões) abaixo representa(m) o estado de imponderabilidade?
- a) Astronauta em uma nave suficientemente distante de planetas e estrelas.
 - b) Astronauta na Estação Espacial Internacional orbitando a Terra.
 - c) Pessoa dentro de um elevador que está subindo.
 - d) Pessoa dentro de um elevador parado.
 - e) Pessoa dentro de um elevador em queda livre.
 - f) Nenhuma das alternativas.

⁶ Adaptado de: Hewitt, P. G. (2015). *Física Conceitual* (12a ed.) Porto Alegre: Bookman.

AS CARACTERÍSTICAS DOS TEXTOS DE DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA QUE PROMOVEM O INTERESSE PELA CIÊNCIA EM UM PÚBLICO INFANTOJUVENIL

 *Alexsandro Issao Sunaga*¹
 *Elysandra Figueredo Cypriano*²

Resumo: Neste artigo identificamos as principais características de textos de divulgação científica que têm o potencial de despertar o interesse pela ciência e facilitar a aprendizagem no público infantojuvenil. Para isso, escrevemos textos de divulgação conjugando técnicas de redação utilizadas por jornalistas científicos e informação científica dos pesquisadores brasileiros envolvidos no projeto J-PAS (*Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey*). Realizamos aplicações didáticas para turmas de 7º, 8º e 9º ano do Ensino Fundamental 2 e uma para uma turma do 1º Ano do Ensino Médio. Os resultados indicam que o uso de textos de divulgação científica podem ser uma estratégia eficaz não apenas para a difusão do conhecimento, mas também para o ensino de Astronomia na sala de aula. Este trabalho foi desenvolvido no contexto de um mestrado profissional em ensino de Astronomia, que teve como produto educacional uma rede de divulgação centrada na plataforma *Wordpress* e ligada às redes sociais *Facebook*, *Twitter* e *Google Plus*, além de um *e-book* voltado a professores com parâmetros de escolha de textos de divulgação científica para atividades didáticas e uma proposta de atividade didática com textos de divulgação científica.

Palavras-chave: Textos de Divulgação Científica; Astronomia; Ensino de Ciências.

LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS TEXTOS DE DIVULGACIÓN CIENTÍFICA QUE DESPIERTAN EL INTERÉS CIENTÍFICO EN UN PÚBLICO INFANTOJUVENIL

Resumen: En este artículo hemos identificado las principales características de los textos de divulgación científica que tienen el potencial de despertar el interés por la ciencia y facilitar el aprendizaje en niños y adolescentes. Para ello, producimos textos de divulgación científica con técnicas de redacción de periodistas científicos e información de investigadores brasileños del proyecto J-PAS (*Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey*). Realizamos, con este material, actividades educativas para las clases de 7º, 8º y 9º grado de la Primaria 2 y una para una clase de 1º Año de la escuela secundaria. Los resultados indican que el uso de textos de divulgación científica puede ser una estrategia eficaz no solo para la difusión del conocimiento sino también para la enseñanza de la astronomía en el aula. Este trabajo se desarrolló en el contexto del máster profesional en enseñanza de astronomía, que tuvo como producto educativo una red de difusión centrada en la plataforma *Wordpress* y vinculada a las redes sociales *Facebook*, *Twitter* y *Google Plus* y un libro electrónico dirigido a profesores con parámetros de elección de textos de divulgación científica para actividades didácticas y una propuesta de actividad didáctica con textos de divulgación científica.

Palabras clave: Textos de Divulgación Científica; Astronomía; Enseñanza de la ciencia.

FEATURES IN SCIENTIFIC OUTREACH TEXTS THAT BOOST THE INTEREST OF YOUNG PEOPLE FOR SCIENCE

Abstract: In this paper we have identified the main characteristics scientific outreach texts that have the potential to foster the interest and facilitate learning of science in children and teenagers. For this, we

¹ Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil. E-mail: alexsandro.sunaga@gmail.com.

² Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil. E-mail: lys.figueredo@iag.usp.br.

produced text using scientific journalism techniques plus scientific information from Brazilian researchers from the J-PAS (Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey) collaboration. We applied this material in classes of Middle School (7th, 8th and 9th grades) and High School (1st Year). The results indicate that the use of scientific outreach texts can be an effective strategy not only for spreading knowledge, but also for teaching astronomy in the classroom. This work was developed in the context of the professional master's degree in astronomy teaching, which had as its educational product a dissemination network centered on the Wordpress platform and linked to the social networks Facebook, Twitter and Google Plus and an e-book aimed at teachers with parameters of choice scientific dissemination texts for didactic activities and a didactic activity proposal with scientific outreach texts.

Keywords: Scientific Outreach Texts; Astronomy; Science Teaching.

1 Introdução

Uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos professores em sala de aula tem sido despertar o interesse e a motivação em seus alunos (Squiefele, 1991). Diversas técnicas podem ser utilizadas para provocar esse despertar, porém Hidi (2006) observou que o interesse individual dos estudantes pode ser despertado considerando as emoções positivas vivenciadas anteriormente com aquele objeto e a capacidade de entendê-lo e caracterizá-lo. Conhecer e explorar os conhecimentos e experiências prévias dos estudantes torna-se algo relevante nesse contexto. No entanto, quando isso não é possível, Hidi destaca que pode-se criar cenários que desencadeiam um interesse situacional momentâneo. Esse interesse momentâneo pode ser mantido por um certo período ou até mesmo tornar-se um interesse definitivo, dependendo do valor atribuído àquele objeto e aos sentimentos positivos suscitados, causando uma predisposição para buscar novas experiências com o tema e novos conhecimentos.

A Teoria da Autodeterminação, elaborada por Ryan e Deci (2000), foca no desenvolvimento da motivação intrínseca para a busca por novos conhecimentos. Segundo esta teoria, é natural do ser humano buscar experiências e atividades que possibilitem desenvolver e exercitar habilidades, vínculos sociais, conhecer-se e sentir-se valorizado em seu contexto, ou seja, seu prazer está no seu próprio crescimento e coesão social. No campo da educação, é importante compreender estes processos para a construção de um ambiente educacional motivador que respeite as subjetividades dos alunos. Esta teoria destaca a necessidade psicológica inata de autonomia para controlar a própria experiência, de competência para interagir satisfatoriamente com o seu meio e a importância do sentimento de pertencimento a um grupo que valorize e reconheça suas competências.

A Teoria da Autodeterminação parece contrapor a Teoria de Aprendizagem de Skinner (2003), também conhecida como Behaviorismo, que defende que o comportamento humano é um produto das recompensas externas. Nela o processo de aprendizagem é direcionado pelo professor utilizando mecanismos que motivem os comportamentos desejáveis nos alunos e reprimam os indesejáveis. A Psicologia Humanista ou Humanismo, por outro lado, concorda com a primeira teoria afirmando que o homem não é um ser condicionado pelo mundo externo, tal como uma máquina, e que ele busca sua autorrealização motivado pela necessidade fisiológica de segurança, de amor, de estima e de realização pessoal.

Maltese e Tai (2010) perceberam que o momento e a frequência de motivações externas podem ser trabalhados para despertar os interesses situacionais (extrínsecos) e

inatos (intrínsecos) dos estudantes e influenciá-los em suas escolhas de carreira. A maioria dos participantes de sua pesquisa teve sua curiosidade pela ciência despertada nos primeiros anos do ensino fundamental. Seus resultados também apontam que o grau de interesse vai decrescendo com o avanço escolar, sendo mínimo no ensino médio. As motivações extrínsecas mais citadas na pesquisa, que despertam o fascínio pela ciência, foram as influências familiares, olimpíadas de ciências, visitas a museus, planetários, observatórios e textos de divulgação científica (TDC).

O uso de textos de divulgação científica é comum nas aulas de ciências, mas é necessário um aprofundamento das discussões com os professores acerca de sua incorporação didática (Ferreira & Queiroz, 2012). As atividades com textos paradidáticos, em geral, limitam-se à aferição de leitura, provas ou fichamentos superficiais de textos aplicados a turmas inteiras, esta generalização torna a atividade impessoal e pouco contribui para o hábito da leitura (Santos, 2005; Rosa & Goi, 2020). Aires et al. (2003), por sua vez, buscou verificar a qualidade dos TDC comumente utilizados em sala de aula. A pesquisadora analisou a Revista Ciência Hoje das Crianças, utilizada com frequência pelos professores em sala de aula, e baseou-se nos parâmetros de qualidade descritos no Pequeno Manual de Divulgação Científica, escrito por Vieira (1999), a saber: adequação da linguagem, precisão científica, apresentação, uso de metáforas e analogias, abordagem histórica, uso de glossários e caixas explicativas e o tratamento dos resultados. A autora observou que nem todos os textos atendem aos parâmetros, chamando a atenção dos professores para a necessidade do desenvolvimento de uma leitura crítica dos textos antes de apresentá-los aos seus alunos, qualquer que seja a fonte.

Neste trabalho buscamos compreender os elementos necessários para se desenvolver TDC que possam ser utilizados para o despertar nos alunos o interesse pela aprendizagem, e que os mesmos possam ser explorados como atividades nas quais os estudantes possam exercer suas habilidades e fortalecer seus vínculos sociais. Buscamos, portanto, compreender as principais características dos textos de divulgação científica que despertam o interesse em um público infantojuvenil e quais estratégias de aplicação de TDC em ambiente escolar podem favorecer o engajamento dos alunos.

Para explorar as questões levantadas dividimos nossas ações em duas etapas. A primeira consistiu em criar TDC e para isso realizamos um estudo sobre os processos envolvidos na elaboração desses textos com ênfase no público infantojuvenil. A segunda etapa envolveu o desenvolvimento de uma estratégia de aplicação de TDC em ambiente escolar, através de metodologias que valorizem o aluno como elemento ativo no processo de aprendizagem. Os conteúdos abordados no TDC para esse trabalho procuraram explorar problemas científicos atuais de interesse da comunidade científica brasileira e que fossem ao mesmo tempo interessantes para o público infantojuvenil. Para isso buscamos uma aproximação com equipes de cientistas brasileiros no projeto astronômico J-PAS (*Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey*), que foi desenvolvido em um consórcio entre Espanha, União Europeia e Brasil.

Estes textos foram aplicados em sala de aula por três professores envolvendo turmas e escolas diferentes. Para dar suporte ao estudo qualitativo da aplicabilidade de nosso trabalho, a coleta de dados foi feita através de questionários que foram aplicados e respondidos pelos estudantes e professores envolvidos.

2 O processo criativo de um TDC

Para compreender a estrutura de um TDC, se faz necessário conhecer o trabalho do jornalista científico e vivenciar sua experiência no processo criativo. O papel da divulgação científica é o de informar os diversos tipos de público, servindo como uma ponte entre a comunidade científica e o público. Mahoney (2005) caracterizou três tipos de públicos: *Outreach* - que é o público em geral, para o qual se pressupõe que não possui nenhum conhecimento técnico sobre o assunto, o *midreach* - que possui alguns conhecimentos técnicos e domina alguns conceitos na área e o *inreach* - composto por cientistas que dominam as técnicas e conceitos necessários para a produção de novos conhecimentos.

Segundo Christensen (2007), o processo começa quando um cientista completa uma pesquisa com algum resultado que possa ser de interesse de um dos tipos de público e divulga seus resultados em uma revista científica. O resultado apresentado neste artigo, que é redigido em uma linguagem altamente técnica voltada para cientistas (*inrich*), passará por um processo de reelaboração para ser apresentado em uma linguagem acessível (*midreach* ou *outreach*), enfatizando o impacto que a descoberta terá sobre a sociedade e esclarecendo alguns pontos. Essa comunicação entre cientista e grande público poderá ocorrer através de caminhos que exigirão ou não intermediários, como ilustrado na Figura 1.

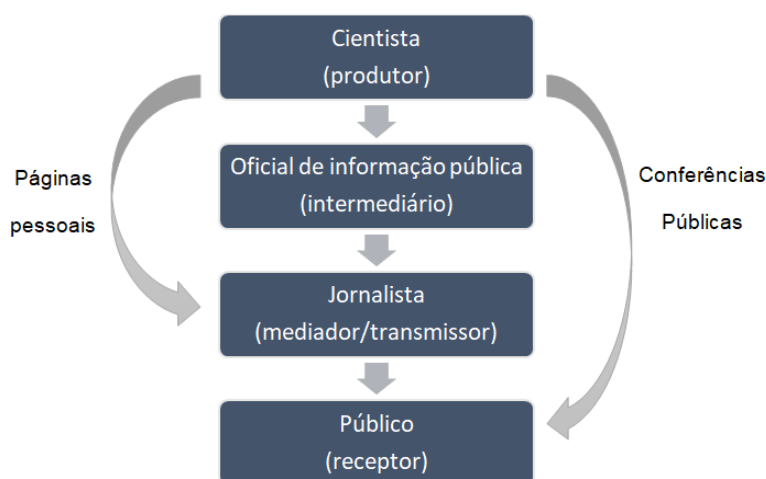


Figura 1 - Modelo linear simples para o processo de comunicação científica.

Fonte: Christensen, 2007 (tradução livre).

A identificação de um tema que seja relevante para o público não é suficiente para que o texto realmente desperte seu interesse e contribua para a construção do seu conhecimento sobre o assunto, é preciso tomar alguns cuidados para transformar um texto voltado a um público altamente especializado para um público que é simplesmente interessado (Souza & Rocha, 2020). É necessário redigi-lo de forma clara, precisa, leve, rica em analogias e com uma linguagem próxima do cotidiano das pessoas (Vieira, 1999).

Mahoney (2005) sugere que o texto também apresente os caminhos e o contexto que levaram à descoberta, relatando os problemas enfrentados e como foram resolvidos, buscando assim promover o pensamento científico dos leitores. Como não é possível identificar os conhecimentos prévios do leitor, é importante explicar os tópicos essenciais

e diversificar o conteúdo com referências, materiais de suporte, quadros explicativos, diagramas e hiperlinks para páginas ou vídeos.

3 Metodologia

Os textos desenvolvidos no escopo deste trabalho foram organizados em uma rede de divulgação baseada em mídias sociais³. O conteúdo desses textos foram produzidos com base em formulários respondidos de forma voluntária por cientistas do programa J-PAS, contendo detalhes de sua pesquisa atual e depoimentos sobre os fatos, sonhos e expectativas que os levaram a buscar esta carreira. Os formulários foram enviados para 108 cientistas e apenas 8 responderam nossa solicitação.

Dos cientistas que responderam ao formulário, 6 (75%) disseram que desde criança interessaram-se pela Astronomia, apresentando desde cedo uma curiosidade intrínseca sobre o funcionamento do universo e dos fenômenos físicos, e os outros 2 não mencionaram o momento em que começaram a interessar-se. Dentre os acontecimentos que os despertaram para a carreira científica destacam-se aulas com professores cativantes, atividades experimentais, aptidão para física e matemática, imagens astronômicas e missões espaciais. Os dados coletados resultaram em seis artigos de divulgação científica que foram elaborados seguindo as fases sugeridas por Christensen (2007), no Diagrama 1:

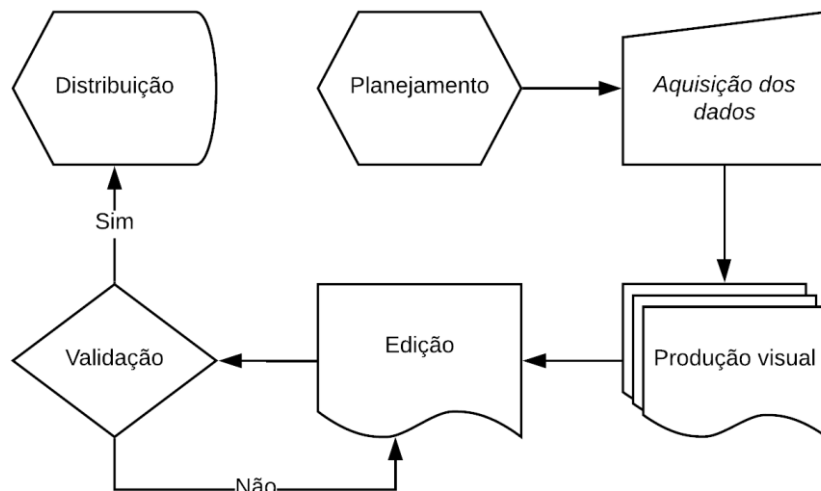


Diagrama 1 - Etapas da elaboração dos textos de divulgação científica.
Fonte: Autoria própria.

a) **Planejamento**, na qual organizamos as informações e estruturamos um cronograma de produção. Nesta primeira fase os objetivos do texto devem estar claros para que a busca de informações e a elaboração sejam consistentes.

b) **Produção visual**, em que selecionamos imagens, notícias, vídeos explicativos e infográficos que ajudassem no entendimento dos conceitos. As imagens e vídeos têm o

³ Os textos podem ser acessados no endereço <https://jpassite.wordpress.com/> (último acesso em: 10/09/2020).

potencial de despertar a curiosidade, promover o engajamento e facilitar a compreensão dos conceitos.

c) **Edição**, quando reunimos as informações e iniciamos a elaboração do texto de divulgação científica baseando-se nos elementos de qualidade de Vieira (1999) que são:

- **Adequação da linguagem ao público leitor**, trazendo a linguagem científica para a coloquial, objetiva e simples, explicando os conceitos como se fosse o primeiro contato do público com o tópico.
- **Precisão científica das informações**, promovendo a aplicação dos conceitos escolares no entendimento da ciência.
- **Apresentação o texto** deve estar adequado ao veículo de informação utilizado, as informações e conceitos bem estruturados para a construção adequada do conhecimento.
- **Metáforas e analogias** que facilitam a compreensão dos leitores através de exemplos e situações similares.
- **Abordagem histórica** mostrando os caminhos que levaram à descoberta e sua relevância para a sociedade.
- **Glossários e caixas explicativas** que enriquecem o texto com informações esclarecedoras ou que aprofundam os tópicos.
- **Tratamento dos resultados** que demonstram como as informações foram utilizadas para testar as hipóteses e resultarem nas conclusões.

e) **Validação**, na qual enviamos uma cópia ao cientista para que ele verificasse a existência de inconsistências.

f) **Distribuição**, publicamos os textos em uma página de um sistema de gestão de conteúdos Wordpress, que por sua vez foi vinculado às redes sociais Facebook⁴, Google Plus⁵ e Twitter⁶ para ajudar a disseminar o conteúdo a seus públicos.

A Figura 2 apresenta um exemplo de artigo⁷ elaborado neste trabalho com as indicações dos elementos de qualidade que buscamos atender.

⁴ www.facebook.com/jpas.brasil/

⁵ A plataforma Google Plus foi descontinuada em abril de 2019.

⁶ https://twitter.com/jpas_brasil

⁷ Disponível em: <https://jpassite.wordpress.com/2016/07/01/buracos-negros-supermassivos-em-acao/> (última visualização: 31/05/2021).

J-PAS Brasil

Javalambre Physics of the Accelerating Universe Astrophysical Survey

Inicial Análise do texto J-Pas Brasil About

Buracos negros supermassivos em ação!

Alexsandro Sunaga / 1 de julho de 2016

Muitos pensam que os buracos negros somente sugam toda a matéria e energia ao seu redor sendo impossíveis de serem vistos (por isso seriam negros). A nossa galáxia, por exemplo, possui um buraco negro supermassivo em seu núcleo, e sua presença só é percebida pela ação gravitacional que ele exerce em todas as estrelas de nossa galáxia.

Abaixo vemos uma animação feita pelo UCLA Galactic Center Group e W.M Keck Observatory Laser Team com imagens obtidas entre 1995 e 2013 do centro da Via-Láctea mostrando o movimento das estrelas ao redor de um objeto invisível que hoje se acredita ser um buraco negro com a massa 4 milhões de vezes maiores que o Sol.



Assistir no YouTube

Assistir ma... Compartilh...

0.1"

Porém, Carl Keenan Seyfert em 1943 escreveu alguns trabalhos sobre galáxias que possuem um núcleo mais luminoso do que todo o conjunto de estrelas que a compõe. Sua origem foi debatida por um longo tempo, mas agora eles acreditam que esta energia surpreendente vem do núcleo de galáxias supermassivas e que uma possível explicação seria que elas hospedassem em seu núcleo um buraco negro com massa entre 1 milhão e 1 bilhão de sóis!

Título instigante

Introdução cativante

Linguagem amena

Vídeo com animações e sons

Explicação científica

Figura 2 - Exemplo de TDC seguindo parâmetros de Vieira (1999).
Fonte: Autoria própria.

4 Artigos produzidos

As informações obtidas através dos formulários resultaram nos 6 textos de divulgação científica destacados na Tabela 1 a seguir. Devido à complexidade de alguns dos temas, vimos a necessidade de produzir outros três que buscavam complementar os assuntos tratados.

Nome do artigo	Assunto principal
O que história, arqueologia e astronomia têm em comum	O pesquisador relata que quando pequeno ele queria ser arqueólogo ou astrônomo. Ele então decidiu conciliar as duas ciências estudando galáxias distantes cuja luz demora milhões de anos para nos alcançar.
Energia escura? Que tipo de energia é essa?	O cientista explica como a energia escura está relacionada com a expansão do universo.
Supernovas mais brilhantes que galáxias inteiras	As supernovas agem como faróis que trazem informações sobre a distância das galáxias que as originaram.
Preveno o futuro ao observar o passado das estrelas	Compreender que a luz das estrelas que chegam até nós retrata o passado.
O ruído da criação	O estudo da Radiação Cósmica de fundo para compreender a estrutura do universo e sua evolução.
A arqueologia do universo pixel a pixel	Uso da técnica Imageamento Hiperespectral que permite gerar espectros eletromagnéticos de cada pixel das imagens para aumentar a precisão dos dados.

Tabela 1 - Textos de divulgação científica produzidos.

Fonte: Autoria própria.

5 TDC na sala de aula

Ao analisar artigos e trabalhos publicados em atas dos Encontros Nacionais de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e artigos completos publicados em periódicos nacionais até 2011 que se relacionam à área de ensino de ciências e matemática, Ferreira e Queiroz (2012), apresentaram as estratégias e os objetivos mais comuns na utilização dos textos de divulgação científica como recurso didático pelos professores no Brasil. Os autores destacaram os três usos mais comuns: a) Responder

perguntas colocadas pelos professores; b) Para formular perguntas à partir dos textos; c) Como base para realizar produções de novos textos.

Também foi comum para os autores encontrar a aplicação de metodologias ativas, tais como a leitura de TDC antes da realização de plenárias para discutir temas polêmicos ou a resolução de situações-problema formuladas a partir dos conteúdos abordados em TDC.

Como estratégia de aplicação dos textos elaborados neste trabalho, optamos por estruturar um roteiro didático que estimulasse discussões e debates, nos quais os alunos poderiam desenvolver habilidades de comunicação oral e escrita. Segundo Ferreira e Queiroz (2012) e Rosa e Cunha (2020), esta é uma prática comum que os professores de ciência utilizam para promover o interesse pela ciência e favorecer a aprendizagem de conceitos.

Esse roteiro consistiu em propor aos estudantes as seguintes tarefas em sequência: a) Escolher um dos textos de Astronomia em nosso site, dentre os que elaboramos, para ser lido na próxima aula; b) Ler o texto mais votado pela turma na aula seguinte; c) Responder um pequeno questionário cujo objetivo é nos ajudar a compreender as razões envolvidas na escolha do artigo; d) Elaborar perguntas com base no texto; e) Apresentar as perguntas aos colegas e promover a discussão para formular de forma coletiva uma resposta.

Essa atividade foi aplicada pelo pesquisador, na forma de um projeto piloto, em 2017, para uma turma composta por 17 alunos de 1º ano do ensino médio em uma escola particular do município de Campinas/SP. Como essa escola não dispunha de computadores e nem de smartphones com internet para acessar o site, foi entregue para cada aluno uma ficha contendo uma lista apenas com os títulos dos artigos que produzimos. Esta ficha continha duas perguntas: 1) Qual é a razão pela qual você escolheu este título? 2) Qual é a sua expectativa em relação a este texto?

Nossa intenção com essas perguntas foi não apenas estimular, mas também conhecer a memória, sentimentos e conhecimentos prévios dos estudantes a respeito do assunto, além de criar um sentimento de expectativa para a próxima aula. O título mais votado entre os alunos foi “Como nascem as estrelas?”. Analisando as respostas, verificamos que as expectativas mais frequentes apresentadas pelos alunos foram conhecer a origem das estrelas e se existe vida extraterrestre. Nas respostas também foi possível identificar defasagens conceituais, tal como a dificuldade de diferenciar estrelas de planetas.

Na aula seguinte o texto escolhido pela turma foi disponibilizado de forma impressa e foi dada sequência ao roteiro proposto. Todos, exceto um dos alunos, concordaram que a linguagem utilizada no texto era adequada e fácil de compreender. Como sugestão para melhorá-lo, a mais frequente foi a adição de mais figuras, apesar do texto já possuir um infográfico explicativo. Dos 17 alunos, 13 apresentaram interesse em buscar novas informações a respeito do tema. Ao elaborarem perguntas sobre o texto observou-se um grande engajamento dos alunos, empenhados em formular questões desafiadoras, exigindo dos colegas uma maior reflexão do texto. Esta atividade, nesse contexto apresentado, mostrou-se motivante para 11 alunos que expressaram interesse, fascínio e o anseio por mais informações e não-motivante para três dos alunos. Os três alunos que não se sentiram motivados pela prática argumentaram não gostar do assunto ou ter gostado somente quando eram mais jovens, indicando uma perda de interesse com

o passar do tempo. Nas aulas seguintes foi possível retomar conceitos e corrigir defasagens que ficaram aparentes durante a discussão.

A aplicação do projeto piloto foi importante para reformularmos o questionário de forma que pudéssemos extrair informações mais detalhadas dos alunos e também conhecer as demandas necessárias ao professor na aplicação do roteiro. Para a próxima fase da nossa pesquisa, o roteiro modificado⁸ foi aplicado por dois professores de ciências que não estavam envolvidos com a pesquisa. As aplicações contemplaram duas realidades escolares, a primeira para 51 alunos distribuídos em duas turmas 9º ano em uma escola particular de classe média alta, e a segunda abrangendo 71 alunos do 7º ano e mais 23 alunos do 8º ano do ensino fundamental em uma escola estadual na mesma cidade, ambas com laboratório de informática.

Na aplicação dessas atividades os alunos tiveram acesso não apenas aos títulos, como foi feito na aplicação piloto, mas ao site por completo, ou seja, tiveram acesso a todos os textos, imagens, vídeos, links, caixas com explicações e infográficos, permitindo assim a completa interação com o conteúdo multimídia. A estratégia didática sugerida aos docentes consistiu em: a) conduzir seus alunos ao laboratório de informática de suas escolas; b) orientá-los a acessar o site do projeto e navegar pelos textos livremente; c) escolher o texto que mais lhe agradasse; d) responder às perguntas do formulário referente às características do texto escolhido; e) elaborar questões baseadas nas informações do texto; f) apresentar as questões aos colegas e discutir de forma colaborativa as respostas.

Segundo Maltese e Tai (2010), o engajamento e a empatia do professor são os principais fatores que contribuem para o desenvolvimento do interesse dos alunos pela ciência. A empatia pode ser cultivada através da autenticidade do professor como pessoa, relacionando-se com os alunos de modo a conhecê-los e fazer-se conhecer. Já o engajamento pode ser percebido através do estímulo a atividades científicas que valorizem a construção de habilidades e competências ao invés da abordagem de itens curriculares.

Desse modo, os professores que participaram deste estudo foram orientados a manterem-se atentos às falas dos alunos e a interagir nos momentos oportunos valorizando a contribuição dos estudantes. Após a aplicação, os professores foram convidados a responder um questionário relatando sua experiência.

6 Resultados

O texto mais escolhido nas três turmas foi o “Como nascem as estrelas”⁹, o mesmo da aplicação prévia, reforçando assim a importância de uma escolha de título baseado no interesse do público. A Figura 3 traz o artigo escolhido com as características que idealizamos contemplar: título instigante, introdução cativante e engajadora, imagens ilustrativas, explicações e um vídeo explicativo.

⁸ O roteiro de aplicação está disponível na forma de e-book e pode ser acessado através do link: <https://issuu.com/alesunaga/docs/tdc> (última visualização: 10/09/2020).

⁹ Disponível em: <https://jpassite.wordpress.com/2016/07/27/como-nascem-as-estrelas/> (última visualização: 31/05/2021).

Como nascem as estrelas?

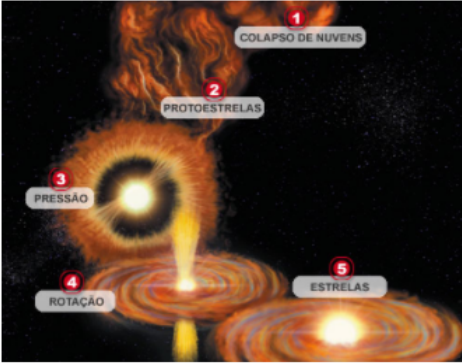
Alexsandro Sunaga / 27 de julho de 2016

Parece incrível que há milhares de anos os homens já imaginavam que um dia tinham feito parte do céu, como contam algumas religiões. Com o avanço das ciências, hoje é sabido que as estrelas são gigantescas fábricas de átomos, ou seja, todos os átomos que existem em nossos corpos foram produzidos em estrelas!!! Nós realmente fizemos parte do céu algum dia e hoje estamos aqui.

O núcleo das estrelas possui altíssimas temperaturas e pressões, um ambiente propício para as fusões termonucleares que produzem todos os elementos da tabela periódica. Sabemos assim a origem dos nossos átomos, mas falta responder a pergunta inicial: Mas como nascem as estrelas?

O nascimento das estrelas


Este infográfico preparado pela Revista Nova Escola pode nos ajudar a entender o processo de formação estelar.



Processo de formação de uma estrela. Crédito da imagem: Revista Nova Escola

- 1 – As estrelas são formadas em nebulosas, que são nuvens de gás e poeira interestelar. As partículas que as compõem se aproximam devido à gravidade que cada uma exerce sobre a outra.
- 2 – Aos poucos as partículas formam aglomerados de tamanhos variados.
- 3 – A gravidade aumenta com o acúmulo de massa e esses aglomerados atraem partículas cada vez mais distantes. Quanto maior o número de partículas, maior é a pressão que uma exerce sobre a outra, provocando também o aumento da temperatura.
- 4 – Depois de centenas de milhares de anos, as partículas que antes possuíam movimentos aleatórios, começam a dar preferência de seguir um movimento rotacional no plano de um disco. No centro as partículas formam uma esfera cuja temperatura que chega a 2 milhões de graus. Essas são as chamadas protoestrelas.
- 5 – Após 10 milhões de anos, devido ao aumento da pressão e da temperatura que chega a 18 milhões de graus, formam-se os primeiros átomos de hidrogênio e a partir de uma fusão termonuclear, formam-se os átomos de hélio, emitindo nesse processo luz e calor. Nasce assim uma estrela.

Para Saber Mais



Vídeo mostrando o processo de nascimento, vida e morte das estrelas. Crédito: Peter Chinn

Crédito da imagem destacada: Hubble/Nasa

Título instigante

Introdução cativante

Imagens e esquemas explicativos

Explicações das etapas

Vídeo com animações

Figura 3 - Componentes do texto mais escolhido pelos alunos das turmas participantes desta pesquisa.

Fonte: Autoria própria.

O texto menos escolhido foi “O que história, arqueologia e astronomia têm em comum?”¹⁰ que, por sua vez era composto somente de um texto relativamente longo quando comparado com os demais, sem vídeos ou figuras ilustrativas e somente com uma imagem com a foto do cientista.

A primeira pergunta do questionário explorava o interesse prévio dos estudantes sobre temas de Astronomia. O Gráfico 1 apresenta o nível de interesse dos estudantes por Astronomia, sendo assinalado como 0 nenhum interesse e 10 muito interesse. A maioria dos estudantes declararam interesse pelo assunto, porém o número de alunos que apresentam um grande interesse, o que poderia levá-los à escolha dessas carreiras, decresce com o avanço do ano escolar, o que está de acordo com os resultados encontrados por Maltese e Tai (2010).

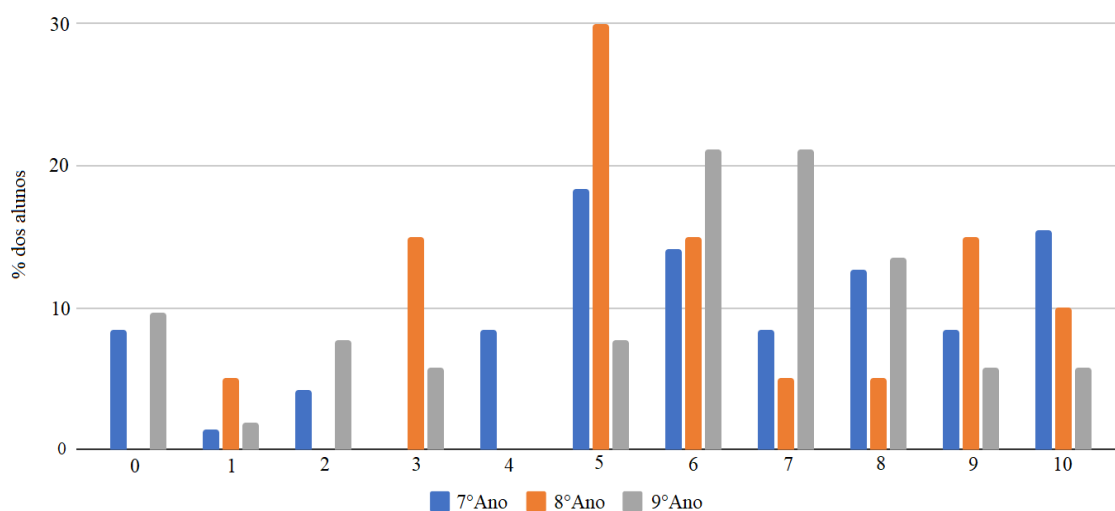


Gráfico 1 - Nível de interesse em Astronomia da turma de alunos do 7º ao 9º ano.

Fonte: Autoria própria.

Quanto aos elementos que mais contribuíram para a compreensão do texto e que o torna mais interessante, a maioria dos alunos respondeu que foi a linguagem clara e adequada à idade, imagens interessantes e vídeos. Observa-se nos resultados que enquanto a linguagem é priorizada para o 9º ano, no 7º e 8º priorizam-se as imagens (Gráfico 2).

¹⁰ Disponível em: <https://jpassite.wordpress.com/2016/05/17/o-que-historia-arqueologia-e-astronomia-tem-em-comum/> (última visualização: 10/09/2020).

As características dos textos de divulgação científica que promovem o interesse pela ciência em um público infantojuvenil

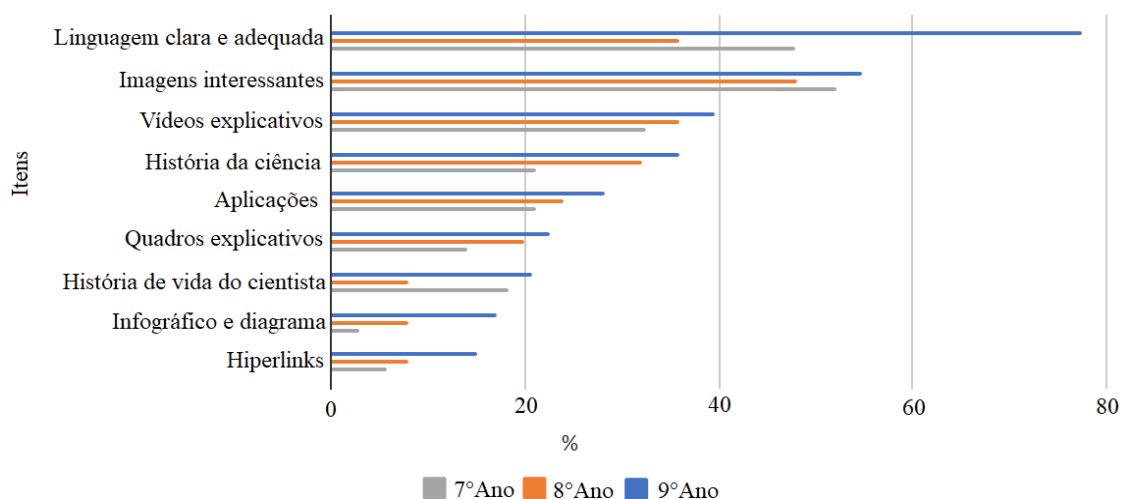


Gráfico 2 - No questionário era possível escolher mais de um elemento.
Fonte: Autoria própria.

Como sugestão para melhorar o texto, os alunos apresentam novamente a preferência por imagens, vídeos, curiosidades e a necessidade de mais informações sobre o assunto.

Os alunos participantes desta aplicação em sua grande maioria afirmam que o nível de contribuição do texto para a aprendizagem foi maior que 5, sendo que a porcentagem dos níveis 9 e 10 foi crescente em relação ao ano da turma, sendo maior para o 9º ano (Gráfico 3). Deve-se ressaltar que não foi avaliada a aprendizagem propriamente dita, mas a experiência subjetiva do aluno em compreender um texto enriquecido com elementos multimídia.

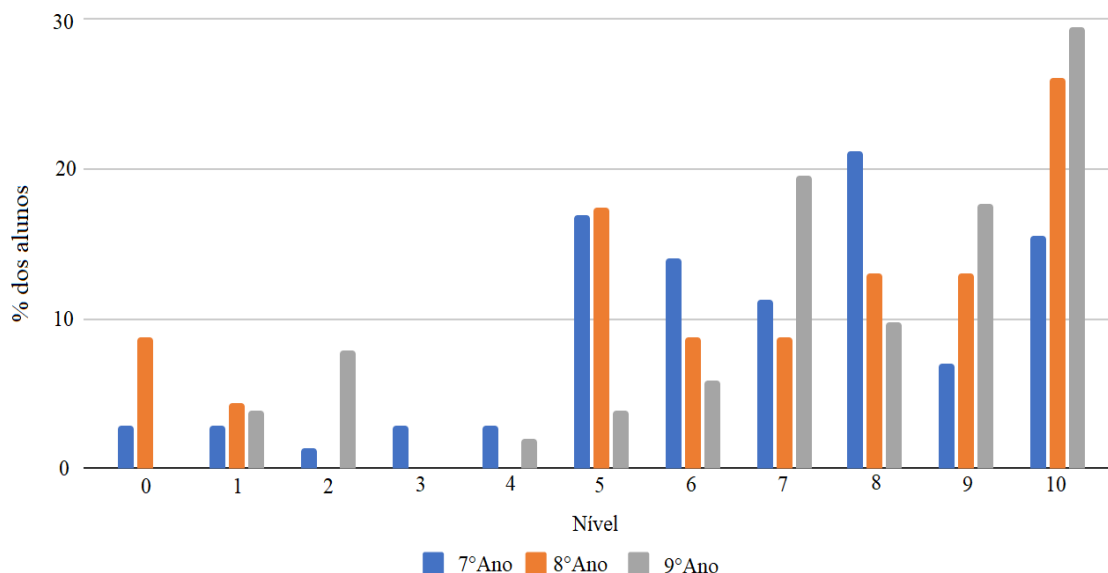


Gráfico 3 - Nível de contribuição do site para a compreensão do texto.
Fonte: Autoria própria.

Os professores que participaram desta pesquisa expressaram que a atividade contribuiu para retomar assuntos já discutidos anteriormente, porém não identificaram falhas conceituais durante a atividade, somente dúvidas. Entretanto, um dos professores,

relatou que a aplicação estimulou discussões futuras quando houve a oportunidade de se identificar lacunas conceituais.

[...] posterior a isso, em uma discussão deu para localizar uma série de conceitos prévios, misturados com informações lidas nos textos. Muitos conceitos básicos para o entendimento do texto não estavam devidamente construídos, provavelmente pela pouca inserção de Astronomia no currículo.

7 Conclusões

Com este trabalho foi possível observar que existe um interesse intrínseco em temas de Astronomia nos alunos participantes desta pesquisa do 7º ao 9º, porém este interesse é maior no 7º e diminui ao longo do tempo até o 9º ano. Os elementos dos textos de divulgação científica apontados pelas turmas como sendo os que mais facilitaram o entendimento dos conceitos foram a linguagem adequada e rica em analogias, imagens, vídeos explicativos e a história de como a ciência é construída, mostrando os obstáculos encontrados e como eles foram superados. A interação com os elementos multimídia do texto, a formulação de perguntas e as discussões promovidas colaboraram para que o aluno se tornasse um elemento ativo no processo de aprendizagem. A experiência do professor também se apresentou positiva e contribuiu para identificar erros conceituais dos alunos e ajudá-los a corrigi-los.

Pesquisas futuras poderiam realizar aplicações regulares de textos de divulgação científica. Esse processo ao longo do tempo poderia evidenciar a eficácia do uso de TDC na manutenção do interesse pela Astronomia e pelas ciências da natureza, assuntos essenciais para o exercício da cidadania, tal como sugeridos pelos PCN (Brasil, 1998) e pela BNCC (Brasil, 2016).

Referências

- Aires, J. A. et al. (2003). Divulgação científica na sala de aula: um estudo sobre a contribuição da revista *Ciência Hoje das Crianças*. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Bauru, 4.
- Brasil. Ministério da Educação. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Língua Portuguesa*. Brasília: MEC.
- Brasil. Ministério da Educação. (1998). *Parâmetros Curriculares Nacionais: terceiro e quarto ciclos: Matemática*. Brasília: MEC.
- Brasil. Ministério da Educação. (2016). *Base Nacional Curricular Comum*. Brasília: MEC. Recuperado em 09 out., 2017, de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCCpublicacao.pdf>
- Christensen, L. L. (2007). The hands-on guide for science communicators: a step-by-step approach to public outreach. *Springer Science & Business Media*.

Ferreira, L. N., & Queiroz, S. L. (2012). Textos de Divulgação Científica no Ensino de Ciências: uma revisão. *Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, 5(1), 3-31. Recuperado em 09 out., 2017, de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/download/37695/28866>

Hidi, S., & Renninger, K. A. (2006). The four-phase model of interest development. *Educational psychologist*, 41(2), 111-127.

Mahoney, T. J. (2005). The role of the popular article in astronomy communication. Communicating Astronomy with the Public. *Proceedings From the ESO/ESA/IAU Conference 2005*.

Maltese, A. V., & Tai, R. H. (2010). Eyeballs in the fridge: Sources of early interest in science. *International Journal of Science Education*, 32(5), 669-685.

Rosa A. P., & Goi, M. E. J. (2020). A utilização de textos de divulgação científica no ensino de Química. *Research, Society and Development*, 9(6), e123963480.

Rosa, B. T. G., & Cunha, M. B. (2020). Os textos de divulgação científica em livros didáticos de Química e suas propostas metodológicas. *Educação Química em Punto de Vista*, 4(2).

Ryan, R. M., & Deci E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American psychologist*, 55(1), 68.

Santos, L. W. (2005). Leitura na escola e formação do leitor. *Encontro de Literatura Infante e Juvenil*. Rio de Janeiro, UFRJ, 4.

Skinner, B. F. (2003). *Ciência e comportamento humano* (Vol. 10). São Paulo: Martins Fontes.

Souza, P. H. R., & Rocha, M. B. (2020). Caracterização dos textos de divulgação científica inseridos em livros didáticos de biologia. *Revista Praxis*, 12(23).

Vieira, C. L. (1999). Pequeno manual de divulgação científica: dicas para cientistas e divulgadores de ciência. *Ciência Hoje*, FAPERJ.

Artigo recebido em 14/10/2020.

Aceito em 09/06/2021.


TÉCNICAS DE CAPTURA E PROCESSAMENTO DE ASTROFOTOGRAFIAS UTILIZANDO EQUIPAMENTOS DE BAIXO CUSTO: UMA METODOLOGIA PARA O ENSINO DE ASTRONOMIA

 André Ferreira Teixeira ¹

 Gabriel Fernandes Costa ²

 Jamil Nader Neto ³

 Ana Cristina Moreira M. Z. Armond ⁴

 Kelly Beatriz Vieira Torres ⁵

Resumo: É crescente o número de interessados em coletar imagens do céu, seja para uso amador ou científico. Com isto, várias tecnologias têm sido utilizadas para capturar e processar imagens de astros, desde câmeras de alto custo, em grandes observatórios com telescópios enormes, até câmeras digitais pequenas e sensores CCDs. É evidente que o acesso ao campo da astrofotografia possui ainda uma barreira financeira, tanto para astrônomos amadores quanto para pesquisas em instituições de ensino. Sendo assim, este trabalho busca elaborar uma metodologia simples que exemplifica técnicas de captura e processamento de astrofotografias utilizando equipamentos de baixo custo. Para isto, são realizadas astrofotografias utilizando duas câmeras digitais pequenas acopladas a um telescópio, que posteriormente foram processadas e analisadas. Foram obtidas astrofotografias da Lua, Saturno, Júpiter e suas luas Galileanas. Além disso, calculou-se os diâmetros de várias crateras lunares, a fim de exemplificar a aplicação do método na extração de dados físicos das imagens, assim como evidenciou-se o movimento orbital das luas de Júpiter (Europa, Ganimedes, Io e Calisto). A metodologia apresentada se mostrou eficiente ao capturar, processar e extrair dados físicos de astrofotografias, podendo ser aplicadas tanto para fins artísticos quanto para o ensino de Astronomia.

Palavras-chave: Astrofotografias; Adaptação de Câmeras; Processamento de Imagens.

TÉCNICAS DE CAPTURA Y PROCESAMIENTO DE ASTROFOTOGRAFÍAS CON EQUIPOS DE BAJO COSTO: UNA METODOLOGÍA PARA LA ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA

Resumen: El número de personas interesadas en recopilar imágenes del cielo está creciendo, ya sea para uso amateur o científico. De esta forma, se han utilizado varias tecnologías para capturar y procesar imágenes de estrellas, desde costosas cámaras, en grandes observatorios con telescopios enormes, hasta pequeñas cámaras digitales y sensores CCD. Es evidente que en el acceso al campo de la astrofotografía existe una barrera financiera, tanto para los astrónomos aficionados como para la investigación en instituciones educativas. Así, este trabajo busca desarrollar una metodología simple que ejemplifique las técnicas de captura y procesamiento de astrofotografías utilizando equipos de bajo costo. Para ello, se realizan astrofotografías utilizando dos pequeñas cámaras digitales acopladas a un telescopio, que posteriormente fueron procesadas y analizadas. Se obtuvieron astrofotografías de la Luna, Saturno, Júpiter y sus lunas galileanas. Además, se calcularon los diámetros de varios cráteres lunares con el fin de ejemplificar la aplicación del método en la extracción de datos físicos de las imágenes, así como el

¹ Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), São José dos Campos, Brasil.

E-mail: andre-zth@hotmail.com.

² Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), São João del Rei, Brasil. E-mail: gggffc@gmail.com.

³ Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), São João del Rei, Brasil.

E-mail: jamil_ds@hotmail.com.

⁴ Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), São João del Rei, Brasil. E-mail: tina@ufsj.edu.br.

⁵ Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ), São João del Rei, Brasil. E-mail: kbtorres@ufsj.edu.br.

André Ferreira Teixeira, Gabriel Fernandes Costa,
Jamil Nader Neto, Ana Cristina Moreira M. Z. Armond e
Kelly Beatriz Vieira Torres

movimiento orbital de las lunas de Júpiter (Europa, Ganimedes, Ío y Calisto). La metodología presentada demostró ser eficiente en la captura, procesamiento y extracción de datos físicos de astrofotografías, que se pueden aplicar tanto con fines artísticos como para la enseñanza de la Astronomía.

Palabras clave: Astrofotografías; Adaptación de Cámaras; Procesamiento de Imágenes.

ASTROPHOTOGRAPHY CAPTURE AND PROCESSING TECHNIQUES USING LOW-COST EQUIPMENT: A METHODOLOGY FOR THE TEACHING OF ASTRONOMY

Abstract: The number of people interested in collecting images of the sky is growing, whether for amateur or scientific use. With this, several technologies have been used to capture and process images of stars, from expensive cameras, in large observatories with huge telescopes, to small digital cameras and CCD sensors. Access to the field of astrophotography has a financial barrier, both for amateur astronomers and research in educational institutions. Thus, this work seeks to develop a simple methodology that exemplifies techniques for capturing and processing astrophotographs using low-cost equipment. For this, astrophotographs are made using two small digital cameras coupled to a telescope, which were later processed and analyzed. Astrophotographs of the Moon, Saturn, Jupiter, and their Galilean moons were obtained. Also, the diameters of several lunar craters were calculated to exemplify the application of the method in the extraction of physical data from the images, as well as the orbital movement of the moons of Jupiter (Europa, Ganymede, Io, and Callisto). The presented methodology proved to be efficient in capturing, processing and extracting physical data from astrophotographs, which can be applied both for artistic purposes and for the teaching of Astronomy.

Keywords: Astrophotography; Adaptation of Cameras; Image Processing.

1 Introdução

A importante contribuição dos astrônomos amadores para a pesquisa no campo da Astronomia observacional é conhecida há vários séculos. Nos últimos tempos, técnicas sofisticadas causaram um grande avanço na fotografia (Garg, 2010), quando substituíram as câmeras que necessitavam de filmes por dispositivos que gravavam fluxos de vídeo, o que permitiu que *softwares* de seleção, alinhamento e empilhamento fossem usados de maneira mais efetiva (Covington, 2011). Desde então com este avanço tecnológico, é cada vez mais comum a utilização de câmeras digitais com os mais variados tipos de sensores, para observação do céu, possibilitando a obtenção de fotos de corpos celestes em alta resolução, que atualmente, saem do universo amador e profissional e vai para o campo do ensino de astronomia, como uma ferramenta auxiliar impactante.

Segundo Neves e Pereira (2007), O ensino de Astronomia, assim como o da Física, é repleto de subjetividade. Seus modelos de aprendizagem na maioria das escolas são pautados no ensino teórico, o que pode torná-lo desmotivante na maioria das vezes. Para uma geração de alunos com acesso à informação, tecnologias, *smartphones*, internet e aplicativos de celular e computador, manter a atenção nas aulas com recursos audiovisuais limitados e predominância de base de ensino em livros, não é uma tarefa fácil (Bartelmebs & Moraes, 2011). Muitos alunos perdem o interesse por temas de Ciências e Astronomia devido à metodologia utilizada nas aulas. Assim, abordagens alternativas apresentam uma didática instrumental, onde deve existir uma coexistência entre estudos teóricos e práticos (Candau, 2011). Uma didática mais prática para o ensino de Astronomia realizando atividades em espaços abertos, indo a campo,

realizando observações com telescópios, oferecem aos alunos uma familiarização com o céu noturno (Kantor, 2018); o que evidencia, segundo Damasceno Júnior e Romeu (2018), a diferença entre a aprendizagem em salas de aulas (formais) e nos ambientes ditos não-formais (externos, museus, a céu aberto etc.). Este último possibilita a inserção dos estudantes no mundo real por assim dizer e finalmente, contribui para a formação de futuros profissionais no campo da Astronomia (Damasceno Júnior & Romeu, 2018).

Utilizando-se de instrumentos como telescópios para as aulas de astronomia, o professor possuirá mais uma ferramenta de engajamento dos alunos, ao despertar neles a curiosidade de realizar observações, pouco verificada num ambiente escolar, o que torna a aprendizagem mais significativa (Simson et al., 2001). Para escolas e instituições que não possuem recursos financeiros para aquisição de telescópios, Aragão et al. (2019) exemplifica a construção de um telescópio de baixo custo, uma vez que o desenvolvimento de um projeto deste tipo será extremamente motivador, além de ajudar em observações.

Uma vez considerado o viés prático no ensino de Astronomia por meio de observações utilizando telescópios, este trabalho discorre sobre uma metodologia completa para um aparato de captura, processamento e aplicação de astrofotografias para uma ferramenta educacional (ensino de Astronomia). Realizar astrofotografias é o mesmo que despertar a imaginação das pessoas, traduzindo a luz que entra no telescópio em belas imagens bidimensionais e dados que possibilitam estudar conceitos básicos e avançados no campo da Astronomia. É um recurso didático enriquecedor segundo Neves e Pereira (2007).

Existem diversas atividades possíveis para os mais variados níveis de ensino em astronomia utilizando astrofotografias, desde em escolas no ensino fundamental e médio, com atividades relativamente simples como por exemplo: (a) observar e evidenciar as fases da Lua; (b) observar os planetas (cores, intensidade de luz refletida); (c) reconhecer alguns planetas e estrelas; (d) perceber a diferenciação de cores de algumas estrelas; (e) conceitos de órbitas; (f) evidenciar órbitas de planetas e luas (exemplificado neste trabalho), e até no ensino superior, com (g) estudos de espectro das imagens; (h) cálculo dos diâmetros das crateras lunares (exemplificado neste trabalho); (i) cálculo de distâncias, etc. Assim, capturar imagens do céu com câmeras e telescópios pode se tornar uma ferramenta poderosa de ensino, uma vez que motiva e desperta a curiosidade dos alunos.

O uso de *webcams* está revolucionando a maneira como os astrofotógrafos amadores capturam imagens em alta resolução da Lua e dos planetas. Sendo câmeras de baixo custo, pequenas, compactas e leves, elas podem gravar vídeos que alimentam programas de processamento. Atualmente, câmeras digitais, DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*) ou *webcams* baseadas em CCD (*Charge-Coupled Device*) ou CMOS são muito populares quando se trata de astrofotografias. O uso destes dispositivos acoplados em um telescópio de tamanho razoável demonstra um potencial de produzir bons resultados, como (Duarte et al., 2011) e (Wiley, 2003) com o uso de *webcams* e (Barreto & Almeida, 2009) exemplificando várias técnicas de acoplamento de câmeras, todos a fim de obter astrofotografias através de métodos de acoplamento, captura e processamento de imagens. Já Neves e Pereira (2007) introduziram um método de astrofotografia utilizando uma câmera fotográfica não *reflex* de baixo custo, que utiliza um filme fotográfico para a captação da imagem.

A fim de contribuir para o avanço do ensino de Astronomia em instituições de vários níveis, é possível utilizar equipamentos destinados à astrofotografia para a extração de dados úteis, como por exemplo, (a) extensão aparente de detalhes da superfície do planeta Marte (Xavier, 2006); (b) extração de parâmetros para o cálculo do diâmetro do planeta Júpiter (Barreto & Almeida, 2009); (c) técnicas de observações além do visível (Gombert et al., 1996); (d) captação de imagens do sistema solar utilizando equipamentos de baixo custo (Covington, 2011) e (e) evidenciar as órbitas das luas Galileanas de Júpiter por meio de astrofotografias (Iachel, 2009). Para atingir uma imagem de qualidade, é necessária a etapa de processamento de imagens, com técnicas específicas para imagens astronômicas.

Utilizado como uma das ferramentas mais úteis para revelar recursos ocultos de um astro, o "empilhamento" é um recurso disponível na maioria dos programas computacionais de processamento de imagens, e pode ser usado para extrair quadros de um arquivo de vídeo. O programa literalmente empilha várias imagens para fornecer uma qualidade equivalente a imagens de longa exposição, mesmo com um pequeno telescópio sem dispositivos de rastreamento de objetos astronômicos (Garg, 2010). Tal técnica permite então o processamento de astrofotografias mesmo com telescópios de baixo custo e sem dispositivos sofisticados. Programas de processamento de imagem, como *RegiStax*, podem ser usados para selecionar automaticamente os melhores quadros na sequência, combiná-los e processá-los digitalmente, para produzir de forma impressionante imagens lunares e planetárias coloridas e detalhadas que podem ser comparadas com os obtidos com câmeras CCD astronômicas caras e sofisticadas (Berrevoets, 2004).

Este trabalho tem como objetivos obter astrofotografias utilizando câmeras e telescópios de baixo custo, com o intuito de estimular o uso destas imagens como instrumento didático para o ensino de Astronomia; facilitar o acesso da comunidade em geral ao campo da Astronomia amadora, e apresentar resultados astrofísicos úteis que podem ser extraídos usando estas técnicas, tanto para fins científicos como educacionais. Para isso, serão abordadas aqui algumas técnicas simples e de fácil acesso para captura e processamento de imagens.

2 Fundamentos Teóricos

2.1 Telescópios

Telescópios são instrumentos ópticos formados por um arranjo de espelhos e lentes, com o objetivo de coletar imagens ópticas reais e ampliar no foco. A partir dele é possível observar e mensurar astros a longas distâncias.

Segundo Ávila (1997), a provável origem do telescópio se deu pelo fabricante de lentes holandês, Hans Lippershey, ao projetar e construir o primeiro dispositivo para observação de objetos à distância no ano de 1608. No passado, tal instrumento não era utilizado para observações astronômicas, porém, sabe-se que Galileu é considerado o primeiro homem a usar o telescópio para investigações astronômicas (Ávila, 1997). Dentre os vários tipos de telescópios, destacam-se como principais e mais comuns os telescópios refratores e refletores.

Atualmente os refratores são mais sofisticados, e possuem uma lente objetiva (que define o poder de resolução), que pode ser acromática ou apocromática, montada em um tubo. De acordo com Oliveira (2009) é comum a lente objetiva ser formada por dois tipos de vidro, ou cristal, podendo haver um espaçamento entre elas. No fim do tubo são alocadas as oculares (orifício onde se olha pelo telescópio), que podem ser fixas ou removíveis. A Figura 1 mostra um típico telescópio refrator.

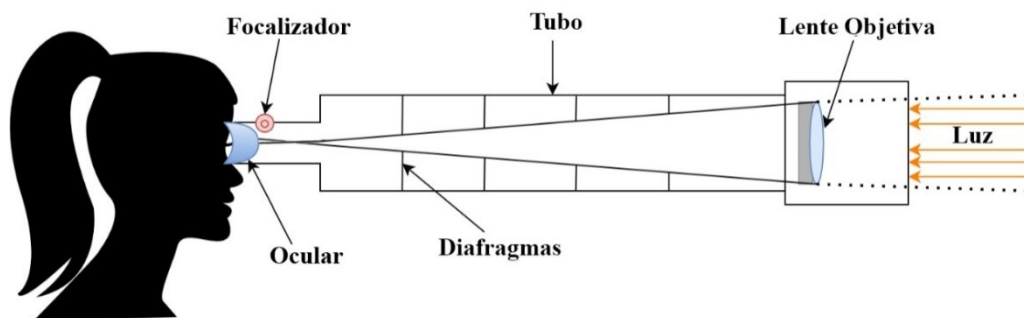


Figura 1 - Esquema típico de um telescópio refrator.
Fonte: os autores.

As vantagens de se utilizar o telescópio refrator são: estabilidade da imagem e da distância focal, redução dos efeitos de deformação e menos manutenções. Em contrapartida, suas desvantagens são a aberração cromática, as altas dimensões dos tubos, dificuldade na construção e alto custo.

Os telescópios refletores, comumente chamados de telescópios Newtonianos, (inventado por Isaac Newton) são instrumentos ópticos compostos de espelhos (Figura 2). Ele usa como objetiva um espelho de forma côncava, que nada mais é que um vidro devidamente polido com uma camada refletora (Oliveira, 2009). Um exemplo esquemático deste telescópio pode ser observado na Figura 2. Os telescópios refletores têm como vantagens as baixas dimensões do tubo, baixo custo e possibilidade de objetivas de tamanho muito maior, já suas principais desvantagens são o campo reduzido, os tipos complexos de oculares requeridos, os efeitos de convecção e de distorção dos espelhos.

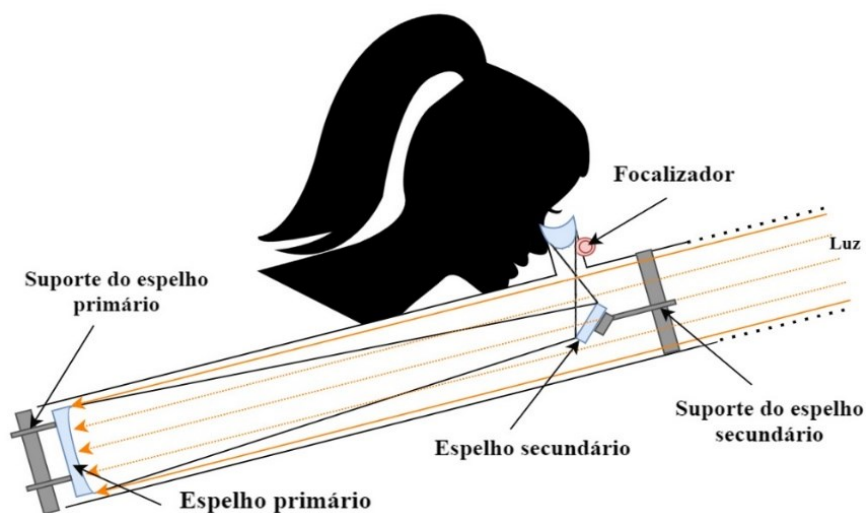


Figura 2 - Esquema típico de um telescópio refletor.
Fonte: os autores.

2.2 Astrofotografias

O campo da astrofotografia tem crescido ao longo dos anos, isto se deve, dentre outros fatores, ao desenvolvimento da tecnologia e microeletrônica. Segundo (Duarte et al., 2011), alguns países da Europa e nos Estados Unidos, as câmeras possuem preços mais acessíveis aos astrônomos amadores, ao contrário do que se observa no Brasil, onde equipamentos profissionais podem ser ainda bastante caros.

Fotografar objetos e eventos astronômicos não é apenas trabalho de astrônomos profissionais que possuem telescópios gigantescos. Muitas das belas fotografias que encontramos em livros ou em sites de astronomia foram feitas por astrônomos amadores, como a Figura 3 (a) e (b), astrofotografias de Júpiter e Saturno.



(a) (b)
Figura 3 - (a) Júpiter 17/01/2013, (b) Saturno 05/03/2008.
Fonte: Site Astrônomo Amador², em 03/02/2018.

A astrofotografia para Neves e Pereira (2007) é normalmente o passo seguinte de quem já possui um telescópio e possui conhecimentos consideráveis sobre o céu, e queira registrar o que está observando no telescópio.

2.2.1 Uma visão artística

Cada vez mais astrônomos amadores têm contribuído para a astrofotografia, não é difícil encontrar belíssimas imagens de corpos celestes em livros e revistas, imagens realizadas com o objetivo principal de ilustrar propriamente dito, com cores características. Tais imagens são realizadas e processadas com o objetivo de que a imagem seja o mais nítida possível, capaz de surpreender quem está a observá-la, às vezes sem informações físicas ou científicas, não sendo assim menos importantes. Mas isso não é regra, como vemos nas Figuras 4 (a) e (b), astrofotografias esplêndidas de duas nebulosas foram realizadas por astrônomos profissionais em um telescópio de grande porte, o CFHT (Telescópio Canadá-França-Havai).

² www.astronomoamador.net/astrofotografia/, acessado em: 03/02/2018.

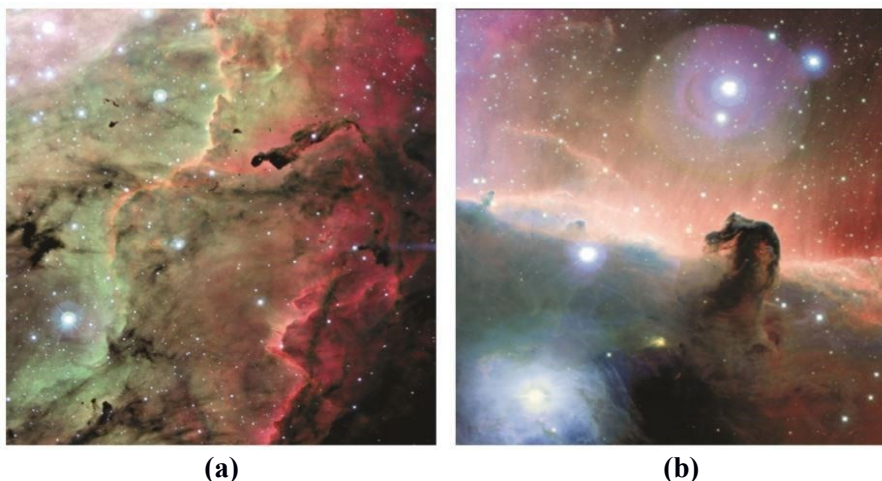


Figura 4 - (a) uma porção da Nebulosa Laguna (M8), tomada pela matriz do plano focal do CFC de 12k do CFHT. A nuvem interestelar fica a 5200 anos-luz da Terra na constelação de Sagitário. **(b)** nebulosa Cabeça de Cavalo (IC 434) está a 1500 anos-luz da Terra na constelação de Orion. Faz parte de uma gigantesca nuvem de gás molecular e poeira, e possivelmente a nebulosa mais famosa do céu.

Fonte: Burke, et al., 2007.

Assim como temos astrônomos amadores realizando grandes descobertas científicas com imagens astronômicas, por outro lado, também existem muitos astrônomos profissionais focados em capturar belas imagens para fins artísticos e divulgação científica, não havendo uma regra básica, mas sim técnicas diferentes para objetivos diferentes.

2.2.2 Uma visão científica

O desenvolvimento das técnicas de imageamento na astrofísica, com o uso de CCDs digitais e programas de análise, com o passar dos anos, contribuiu para vários estudos: na fotometria, que estuda a quantidade de radiação eletromagnética emitida por um objeto; na astrometria, que lida com a posição, tamanho, distância e movimentos dos astros; na descoberta/monitoramento de formas, como das manchas solares, galáxias e nebulosas; no monitoramento de planetas e seus satélites, entre outras finalidades. Rapidamente a tecnologia foi estendida para fora do meio científico, às câmeras digitais e *webcams*, permitindo acesso amplo a essas técnicas. Esse fenômeno abriu possibilidades para a obtenção e estudo de imagens astronômicas por astrônomos amadores, e também para sua utilização por professores e alunos no ensino de astronomia.

3 Metodologia

Foram seguidas diretrizes para exemplificar dois ramos do universo da astrofotografia, as astrofotografias para fins artísticos e as imagens utilizadas na determinação de parâmetros físicos. Para isso, foram elaboradas metodologias simples para a captura das imagens, processamento das imagens, extração de dados físicos para o ensino de Astronomia e análise de resultados.

3.1 Captura das imagens

Para a captura das imagens, foi utilizado um telescópio do tipo refrator, equatorial, 80x400mm, com tripé e acessórios, da marca GREIKA (Figura 5), por se tratar de um telescópio relativamente barato, sem perda de capacidade de observação.

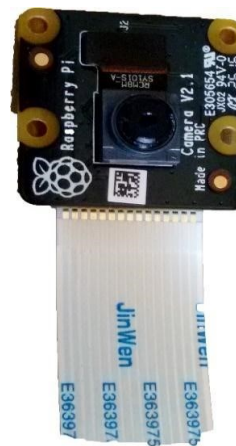


Figura 5 - Telescópio utilizado para capturar todas as imagens desta seção.
Fonte: os autores.

Foram utilizadas duas câmeras para captação das imagens, como mostra a Figura 6(a) e (b), a *LifeCam VX-3000* (*webcam*), da fabricante *Microsoft*, com sensor CMOS de 3 megapixels (640x480) e a *Raspberry Pi Module V2* de 8 megapixels, a fim de obter uma comparação quanto a qualidade das astrofotografias captadas pelas duas câmeras.



(a)



(b)

Figura 6 - (a) Webcam Microsoft VX-3000 (b) Módulo câmera Raspberry Pi, V2.
Fonte: os autores.

Existem diferentes técnicas para acoplamento e captura de imagens utilizando telescópios ou lunetas, aqui destacam-se as três principais: (a) Afocal (b) projeção de ocular e (c) foco primário. A primeira, técnica afocal, acopla-se uma câmera (com a lente) na ocular do telescópio, ou seja, o dispositivo de captura irá fotografar a imagem produzida pela ocular (Figura 7). Esta técnica é mais complicada pois é necessário um

aparato que fixe e ao mesmo tempo alinhe a câmera com a ocular, o mínimo de desalinhamento já deixa a imagem cortada e/ou distorcida e sem uma boa qualidade.

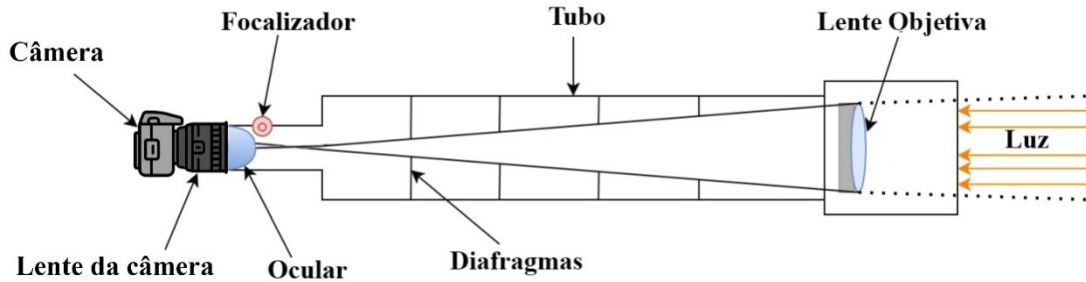


Figura 7 - Diagrama exemplificando a técnica afocal.
Fonte: os autores.

Já para a técnica de projeção de ocular, o dispositivo de captura (câmera) é acoplado na ocular sem sua lente, ou seja, a câmera recebe a imagem ampliada pela ocular direto no sensor, o diagrama ilustrando esta técnica é mostrada na Figura 8.

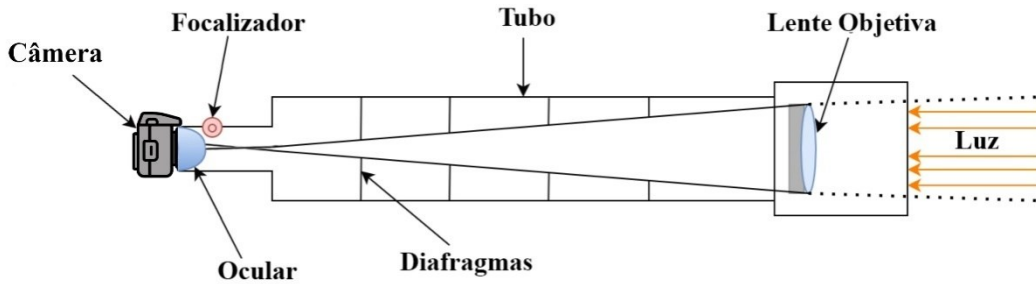


Figura 8 - Diagrama exemplificando a técnica projeção de ocular.
Fonte: os autores.

A terceira técnica (utilizada neste trabalho) é a de foco primário, onde é retirada a lente da câmera e a mesma é acoplada no telescópio sem a utilização de uma ocular (Figura 9).

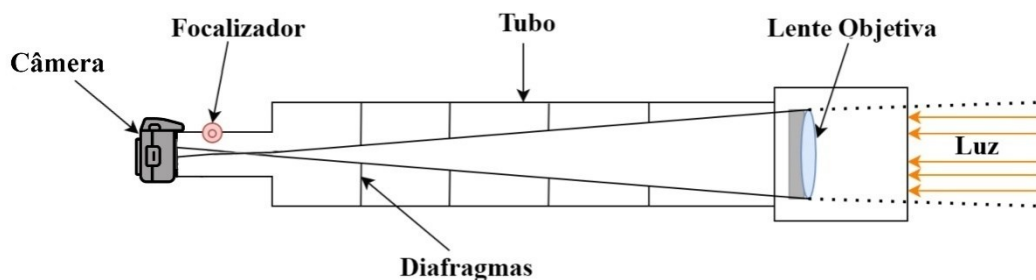


Figura 9 - Diagrama exemplificando a técnica foco primário.
Fonte: os autores.

Os autores realizaram alguns testes sobre as técnicas citadas anteriormente. Foram observadas enormes dificuldades de se acoplar a câmera utilizando as técnicas afocal e projeção de ocular, uma vez que a fixação da câmera nas oculares é um processo difícil e necessitaria de um aparato mais complexo, pois alinhar a câmera com a ocular não é uma tarefa fácil. Já para a técnica foco primário, basta um cano PVC e fita isolante a fixação é alcançada, com um fácil alinhamento e acoplamento (refletindo

na qualidade da astrofotografia). Ainda com base em estudos realizados sobre astrofotografias amadoras com utilização de câmeras de vídeo (Neves & Pereira, 2007), para uma melhor qualidade das imagens, se faz necessária a retirada das lentes das câmeras, ou seja, a imagem produzida pela objetiva do telescópio se formará em seu plano focal (para objetos no infinito) e o plano do sensor deverá então ser ajustado de modo que coincida com o plano focal da objetiva; nessas condições, a imagem captada estará perfeitamente nítida. Sendo assim, é aconselhável que o sensor que capta a luz na câmera fique exposto diretamente no telescópio (sem ocular), para isso, foram removidas as oculares das respectivas câmeras utilizadas neste trabalho, como mostra a Figura 10 (a) e (b):

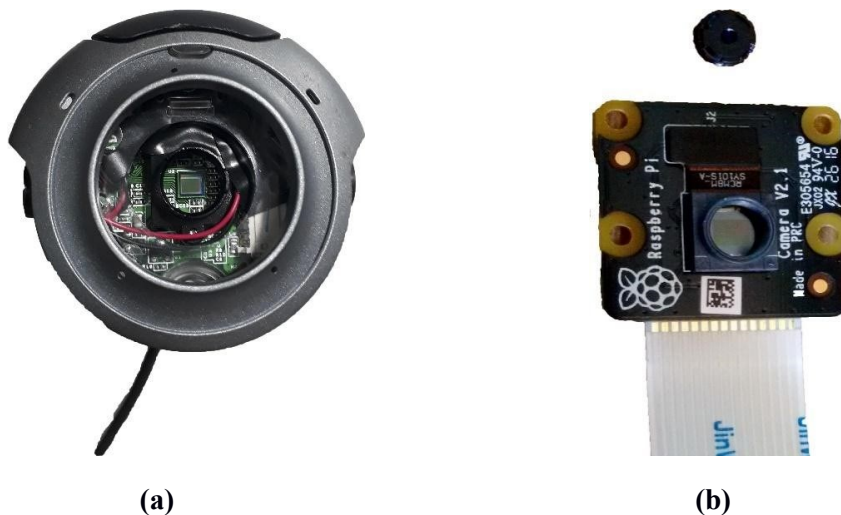


Figura 10 - (a) Webcam Microsoft VX-3000 sem sua ocular **(b)** Módulo câmera Raspberry Pi, V2 sem sua ocular.

Fonte: os autores.

Após a retirada das oculares, foram colocadas fitas isolantes na cor preta nos diodos emissores de luz dos circuitos, para tampar seu brilho e evitar ruídos luminosos nas capturas. Em seguida, acoplou-se às câmeras no telescópio, fixando-as a fim de evitar qualquer trepidação que contribua negativamente nas capturas. Foram utilizados canos PVC na medida $\frac{3}{4}$, cortados, lixados e seus interiores pintados de tinta preta fosca, para que a região interna do cano fique o mais escura possível. A Figura 11 mostra a webcam Microsoft VX-3000 já com o suporte de acoplamento (cano PVC $\frac{3}{4}$):



Figura 11 - Webcam Microsoft VX-3000 sem sua ocular (sensor exposto) e com suporte de acoplamento (cano PVC $\frac{3}{4}$).

Fonte: os autores.

No caso da câmera *Raspberry Pi* foi necessário, além do cano PVC, uma caixinha para melhor fixar o módulo (Figura 12), sem que este fosse danificado (o módulo V2 *Raspberry* não vem com uma carcaça de plástico).

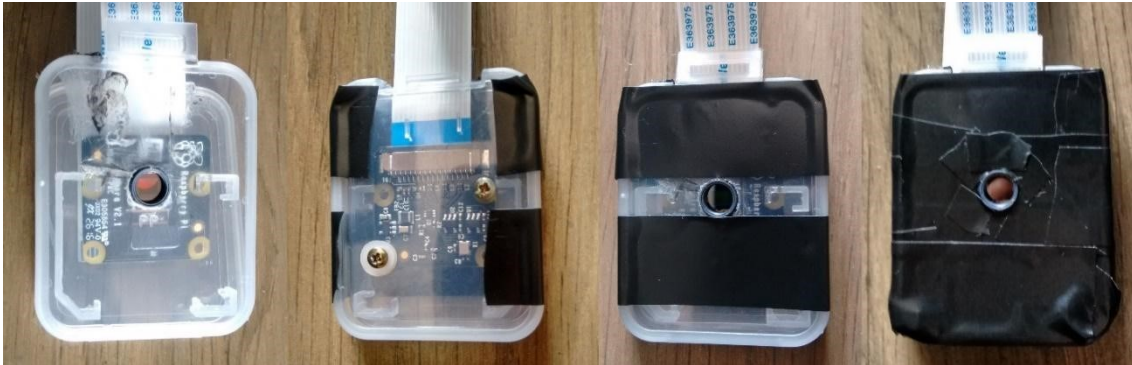


Figura 12 - Módulo de câmera *Raspberry Pi* V2, sem sua ocular. Processo de acoplamento.
Fonte: os autores.

É de extrema importância a vedação da luz externa ao sensor no interior da caixinha de plástico, por isso, a mesma foi envolvida em fita isolante preta fosca, no qual a luz não atravessa para seu interior, preservando a escuridão interna do mecanismo de captura. Abaixo na Figura 13 é mostrado o módulo V2 já com o cano acoplador:

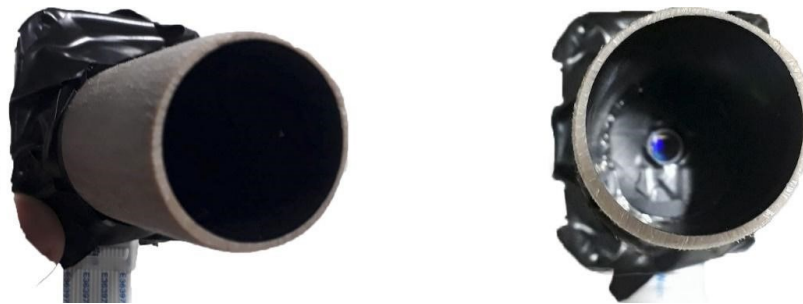


Figura 13 - Módulo câmera *Raspberry Pi* V2 sem sua ocular (sensor exposto) e com suporte de acoplamento (cano PVC $\frac{3}{4}$).

Fonte: os autores.

A Figura 14 mostra um esquema do aparato de captura das imagens, onde a câmera e o notebook estão acoplados através de um dispositivo USB e a Figura 16 é uma foto do esquema real montado com os dispositivos mencionados acima.

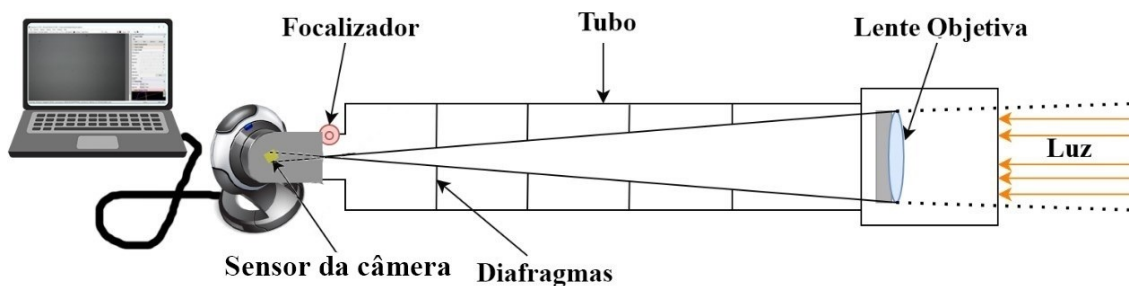


Figura 14 - Esquema do aparato de captura de imagens.

Fonte: os autores.

Para a realização de astrofotografias mais nítidas e com menor nível de brilho (pois as câmeras não tem controle de ganho de luz) acoplou-se ainda um filtro muito utilizado para observação da lua, que serviu também para diminuir a luminosidade e evitar a saturação de luz de outros corpos celestes, o filtro é mostrado na Figura 15.



Figura 15 - Webcam Microsoft VX-3000 e montagem do filtro Lunar.
Fonte: os autores.

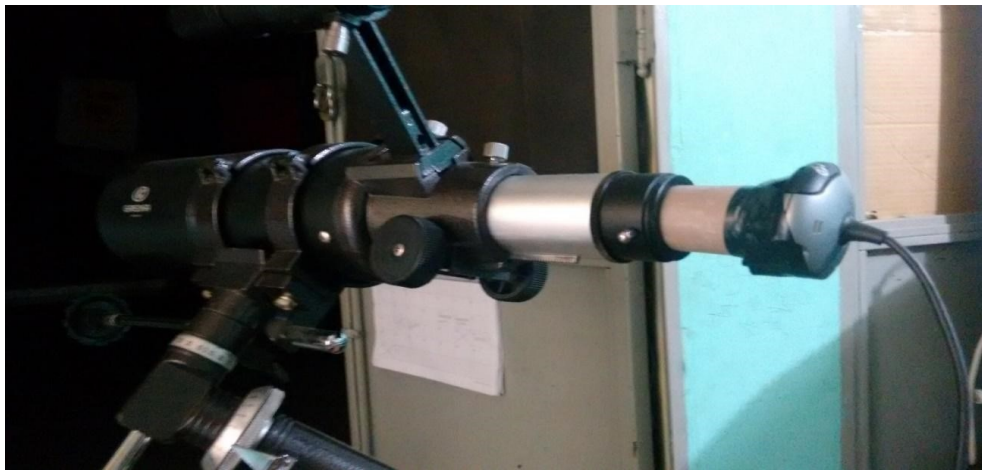


Figura 16 - Acoplamento da webcam Microsoft VX-3000 ao telescópio utilizado no trabalho.
Fonte: os autores.

Após o acoplamento ao telescópio, a webcam pode ser conectada a um notebook para inicialização do software de captura de imagens. Neste trabalho utilizou-se a versão livre do software para astrofotografias amadoras SharpCap³ (Figura 17).

³ www.sharpcap.co.uk/sharpcap/downloads

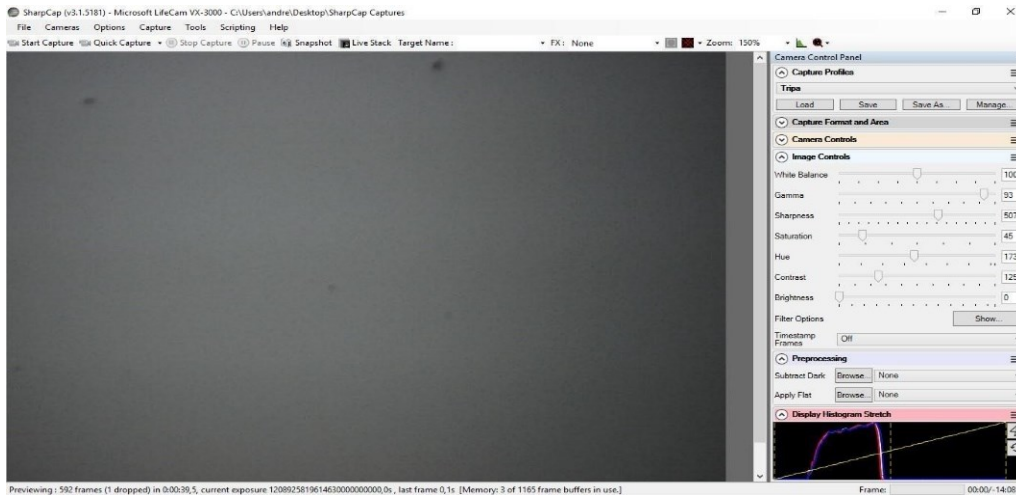
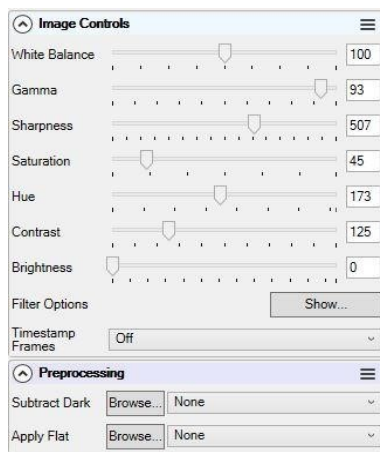
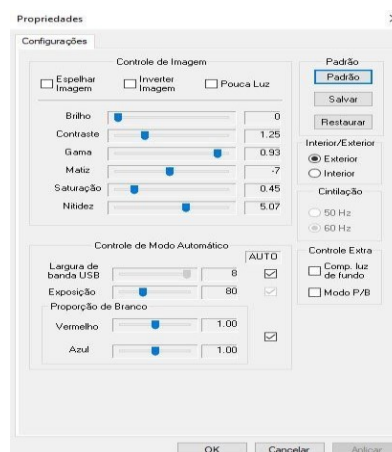


Figura 17 - Layout inicial do *software* de captura de imagens *SharpCap*.
Fonte: os autores.

Todas as imagens realizadas com a câmera *Microsoft VX-3000* utilizaram o *SharpCap* como *software* de captura. É possível configurar parâmetros da câmera, como brilho, gama, saturação, nitidez, contraste, como mostra a Figura 18 (a) e (b), porém, o mais utilizado é o parâmetro de exposição, que auxilia muito na qualidade das capturas, pois é possível estabilizar o quanto de luminosidade é recebida no sensor, alterando nitidez e definição do objeto observado. Para todas as observações, foram realizados vídeos de 15 segundos e salvos em formato .AVI, para processamento posterior. Para evitar ruídos luminosos, foi utilizado a tampa do telescópio com redutor de abertura, para reduzir a abertura e diminuir a quantidade de luz que entra.



(a)



(b)

Figura 18 - Parâmetros modificáveis do *software* de captura de imagens *SharpCap*.
Fonte: os autores.

Com a câmera conectada e o *software* de captura aberto, apontou-se o telescópio para uma área distante (aproximadamente 20 km) para ajustar o foco do telescópio (Figura 19), e posteriormente, já estar apto a realizar o apontamento nos astros. É possível ver pontos escuros (sujeira no sensor).

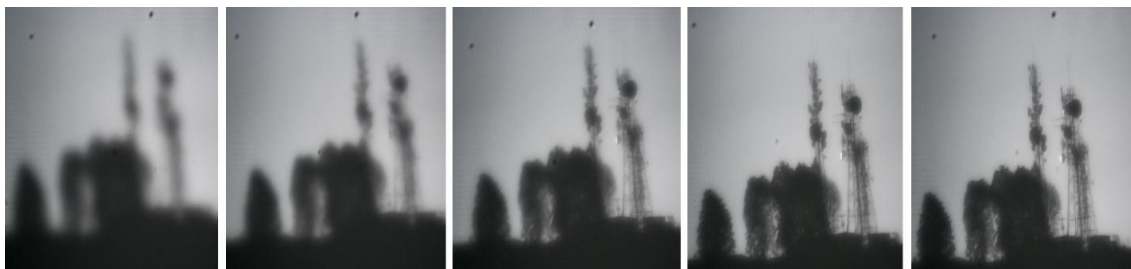


Figura 19 - Ajuste do foco do telescópio, câmera *Microsoft VX-3000*.
Fonte: os autores.

Foram realizadas várias capturas dos planetas Júpiter, Saturno, e as várias fases da Lua, todos sem acompanhamento do astro. Para a câmera *Raspberry Pi V2*, foi utilizado *software* próprio do sistema *Raspberry*.

3.2 Processamento das imagens

Após a captura dos astros em *.AVI*, utilizou-se um *software* usual em astrofotografias amadoras, o *RegiStax 5*⁴(*software* livre), para o processamento das imagens. O primeiro passo é o alinhamento dos quadros. As imagens capturadas pelo *SharpCap* possuem 640x480 pixels, e foram capturadas a 15 quadros por segundo, o alinhamento é realizado quadro a quadro como mostra a Figura 20:

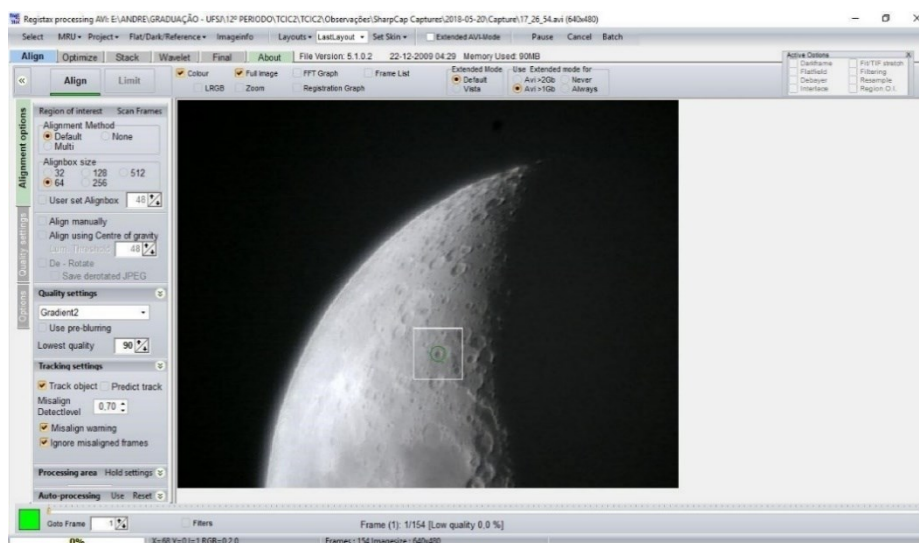


Figura 20 - Alinhamento quadro a quadro.
Fonte: os autores.

Após esta etapa, é realizada uma otimização e o empilhamento dos quadros alinhados (Figura 21), o que acaba removendo qualquer ruído ou sujeira no sensor, pois com o empilhamento e o movimento relativo do astro, na média os defeitos são eliminados, o que se assemelha ao que é feito no processo científico. O programa segue algoritmos complexos para a realização da otimização e os empilha inteligentemente utilizando um primeiro quadro como referência.

⁴ www.astronomie.be/registax/

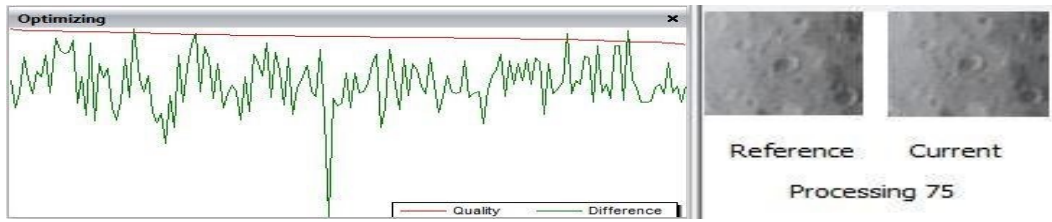


Figura 21 - Otimização e empilhamento das imagens.
Fonte: os autores.

Ainda no *software RegiStax5*, são realizados ajustes utilizando filtros *Wavelets* (que tem se mostrado uma ferramenta eficiente, não só para compressão da imagem, como na remoção de ruídos). Esta etapa proporciona grande nitidez na imagem, em relação à original, no que se refere ao brilho, contraste e filtros Gaussianos disponíveis no programa, vide Figura 22 (aba processamento de *Wavelet*).

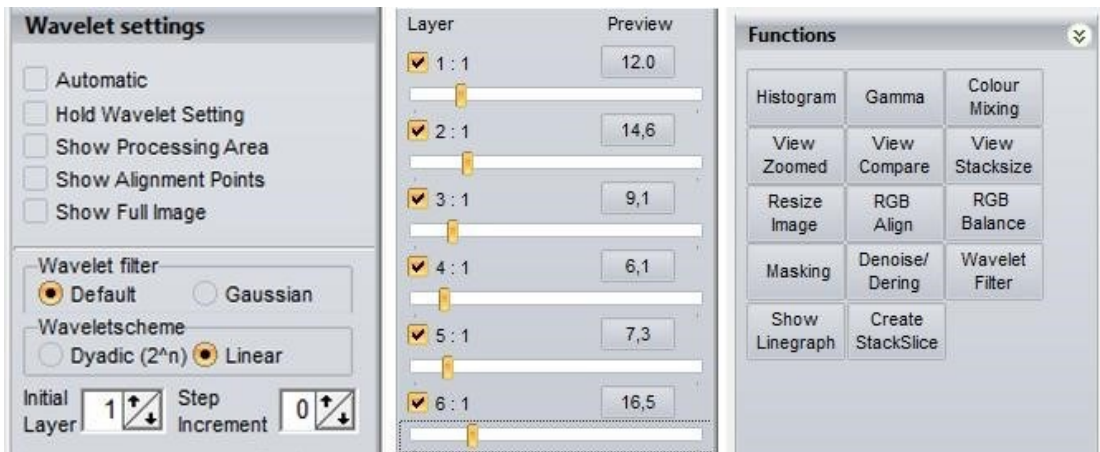


Figura 22 - Ajuste dos filtros *Wavelets*.
Fonte: os autores.

Com a utilização do *software Photoshop*, é possível finalizar todo o processo de processamento amador, com ajuste finos de brilho, contraste, sombreamento, curvas de saturação, nitidez, tons de cor, e vários outros parâmetros, como mostra a Figura 23:

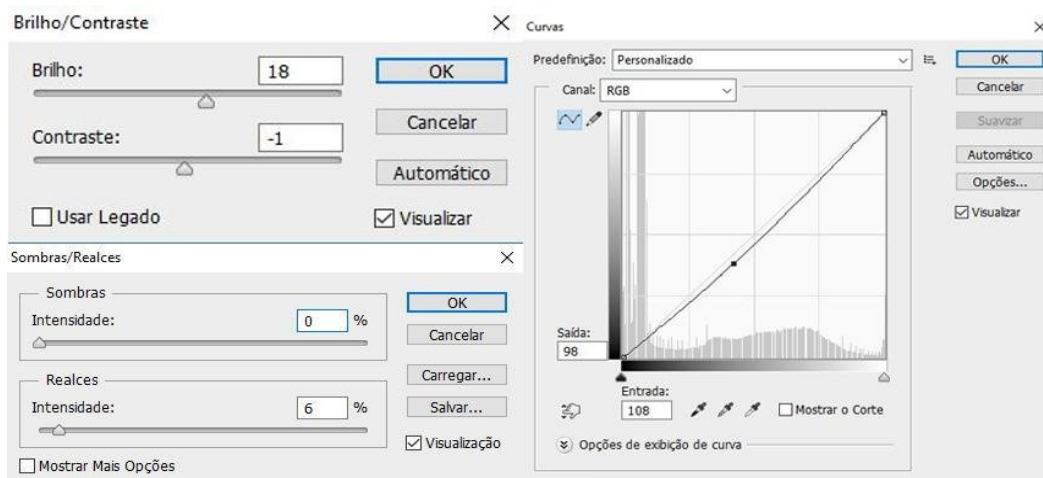


Figura 23 - Ajustes finais no *software Photoshop*.
Fonte: os autores.

Uma comparação entre a imagem sem processamento, com filtro *Wavelets* (*RegiStax 5*), e com finalização do *Photoshop* é mostrado na Figura 24 (a), (b) e (c):



(a) (b) (c)
Figura 24 - (a) imagem somente alinhada (b) imagem processada com filtros *Wavelets*
(c) imagem final pós-processada com *software Photoshop*.

Fonte: os autores.

Todas as imagens capturadas pelas duas câmeras foram processadas de maneira igual, seguindo os passos explicados acima. Após o processamento utilizando o *Photoshop*, as astrofotografias estão prontas para serem comparadas e analisadas. As astrofotografias realizadas da Lua, Júpiter e Saturno seguindo estes métodos de captura e processamento são apresentadas na seção de discussão e resultados. Além disso foram realizadas sobreposições das imagens já processadas, para criar um grande mosaico da Lua (uma vez que não foi possível obter uma astrofotografia completa da Lua de uma vez só com este telescópio) com objetivo de obter uma imagem completa da mesma. Assim, com várias astrofotografias processadas, é possível por meio da utilização de programas como o *Microsoft – Image Composite Editor*⁵, montar este quebra-cabeças e então obter um mosaico da Lua. Tal metodologia também é utilizada por Reeves (2006).

4 Resultados e Discussões

4.1 Imagens processadas

Foram realizadas observações do dia 10/04/2018 até o dia 20/05/2018 dos seguintes alvos: Lua, Saturno, Júpiter e suas luas. Após capturadas com as câmeras *Microsoft VX-3000*, *Câmera Raspberry Pi V2* e processadas seguindo a metodologia descrita, foram obtidos os seguintes resultados:

Na obtenção de imagens da Lua cheia (Figura 25), sua alta luminosidade refletida foi diminuída com a utilização do filtro lunar e também com a tampa redutora de luminosidade (tampa com uma abertura central), que reduz a intensidade da luz que o atravessa, possibilitando uma melhor qualidade na observação.

⁵ www.microsoft.com/en-us/research/product/computational-photography-applications/image-composite-editor/



Figura 25 - Lua cheia capturada com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, com filtro lunar, mosaico de 21 imagens processadas, *Contrast=100, Hue=174, Saturation=57, Sharpness=481, Gamma=90, White Balance=102*, 29/04/18, **(a)** Lua cheia sem processamento **(b)** Lua cheia processada.

Fonte: os autores.

Na Figura 26 (b) é possível notar as crateras no lado superior da lua, em contraste com a sombra característica da fase lunar (entre lua cheia e minguante), é possível após processamento, ter noção de profundidade e relevo na superfície lunar.



Figura 26 - Lua capturada com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, com filtro lunar, mosaico de 15 imagens processadas, *Contrast=125, Hue=173, Saturation=45, Sharpness=507, Gamma=93, White Balance=100*, 02/05/18, **(a)** Lua sem processamento **(b)** Lua processada.

Fonte: os autores.

A Figura 27 (a) mostra o aparecimento de “ruídos luminosos” (penumbra em volta da extremidade lunar), que surgem devido à alta luminosidade da lua. Estes efeitos podem ser amenizados com o uso de um filtro lunar e um redutor de abertura de telescópio, como descrito anteriormente.



Figura 27 - Lua capturada com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, sem filtro lunar, mosaico de 7 imagens processadas, *Contrast=115, Hue=173, Saturation=32, Sharpness=589, Gamma=99, White Balance=100*, 18/05/18, **(a)** Lua sem processamento **(b)** Lua processada.
Fonte: os autores.

Um dos segredos de se observar a Lua, como qualquer outro astro, é realizá-lo de maneira que o astro fique mais à pino no céu (mais longe da linha do horizonte), evitando-se assim os efeitos indesejáveis da atmosfera terrestre que influenciam na nitidez das astrofotografias. As Figuras 28 (a) e (b) ilustram uma astrofotografia realizada com a Lua (fase nova/crescente), à pino (zênite).



Figura 28 - Lua capturada com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, sem filtro lunar, mosaico de 8 imagens processadas, *Contrast=125, Hue=173, Saturation=45, Sharpness=507, Gamma=93, White Balance=100*, 20/05/18, **(a)** Lua sem processamento **(b)** Lua processada.
Fonte: os autores.

Em seguida, é apresentada uma astrofotografia de Júpiter e três de suas luas (Figura 29). Júpiter apresentou imagem “borrada” por não ter sido utilizado o filtro lunar, mesmo com a exposição ajustada no mínimo, evidenciando saturação da imagem. É possível visualizar com uma certa nitidez três de suas luas (Europa, Ganimedes e Io). Na imagem sem processamento elas eram muito pouco visíveis. Após o processamento, suas posições ficam perfeitamente determinadas.

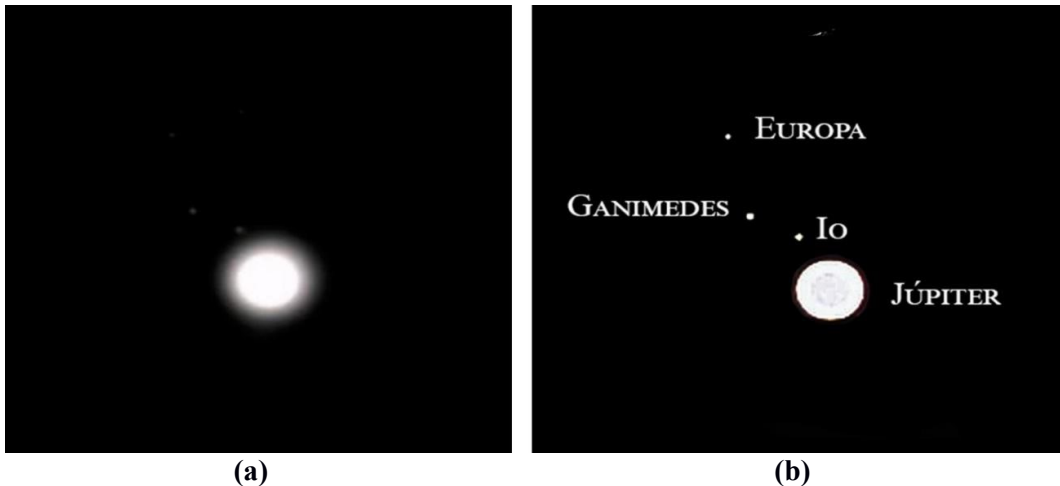


Figura 29 - Júpiter e três de suas luas capturadas com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, sem filtro lunar, *Contrast=110, Hue=174, Saturation=46, Sharpness=203, Gamma=92, White Balance=101*, 22/04/18, (a) Sem processamento (b) Com processamento.

Fonte: os autores.

A Figura 30 ilustra o caso da obtenção da imagem de Júpiter usando um filtro lunar. Observa-se melhora em sua qualidade, quase mostrando os pequenos traços das linhas equatoriais de Júpiter (aqui atinge-se o limite máximo de poder de nitidez da imagem a partir da câmera e telescópio utilizados).

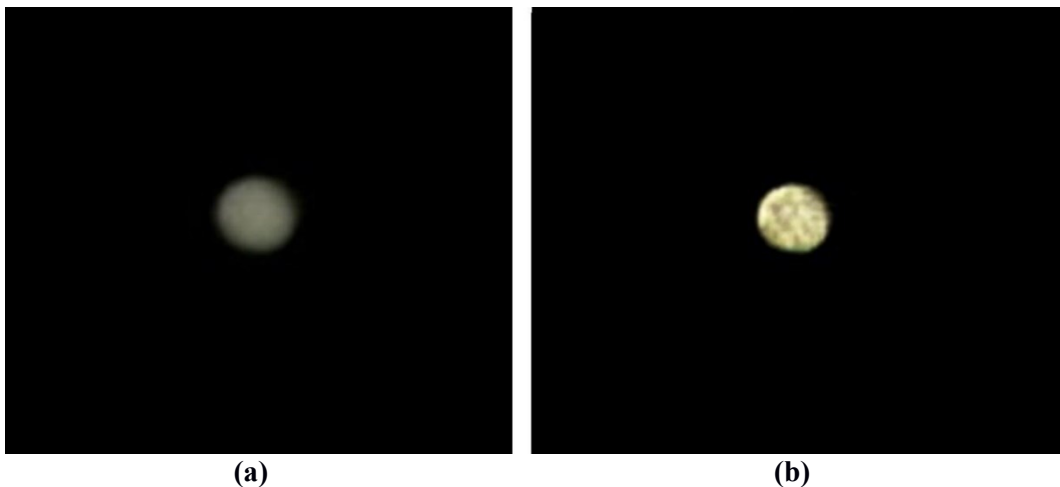


Figura 30 - Júpiter capturado com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, com filtro lunar, *Contrast=100, Hue=173, Saturation=99, Sharpness=585, Gamma=100, White Balance=100*, 04/05/18, (a) Sem processamento (b) Com processamento.

Fonte: os autores.

Já com a astrofotografia realizada abaixo (Figura 31) com a câmera *Raspberry Pi V2*, nota-se uma qualidade melhor, com cores mais definidas e suas linhas equatoriais mais visíveis. Uma melhora na resolução, porém no limite do telescópio.

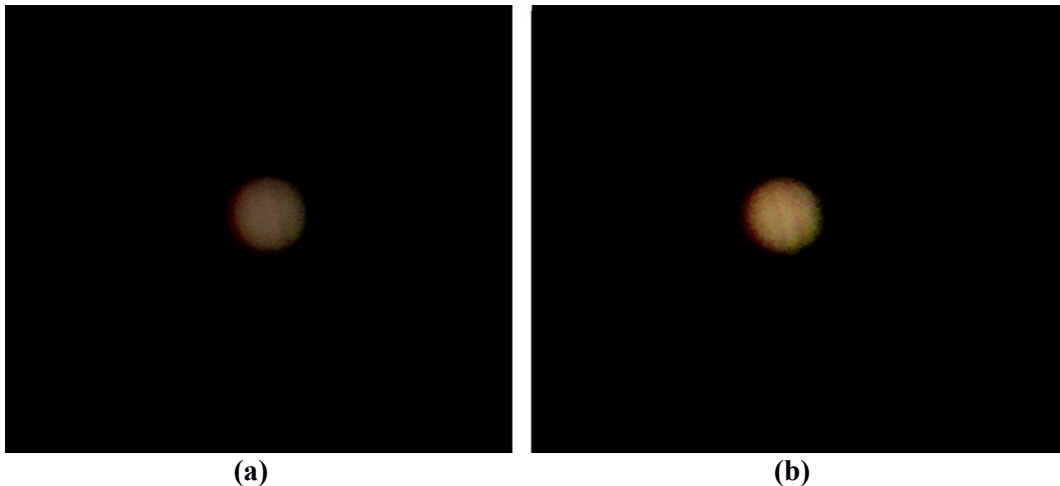


Figura 31 - Júpiter capturado com a câmera *Raspberry Pi V2*, com filtro lunar, 16/05/18, (a) Sem processamento (b) Com processamento.

Fonte: os autores.

Com relação à Saturno, a observação só foi possível com a utilização do filtro lunar, devido a sua alta reflexão luminosa (Figura 32). Observa-se o contorno de Saturno e seu anel, porém a qualidade da imagem é insuficiente (chegou-se ao limite da câmera e do telescópio, não há cores sólidas e vestígios de suas luas).

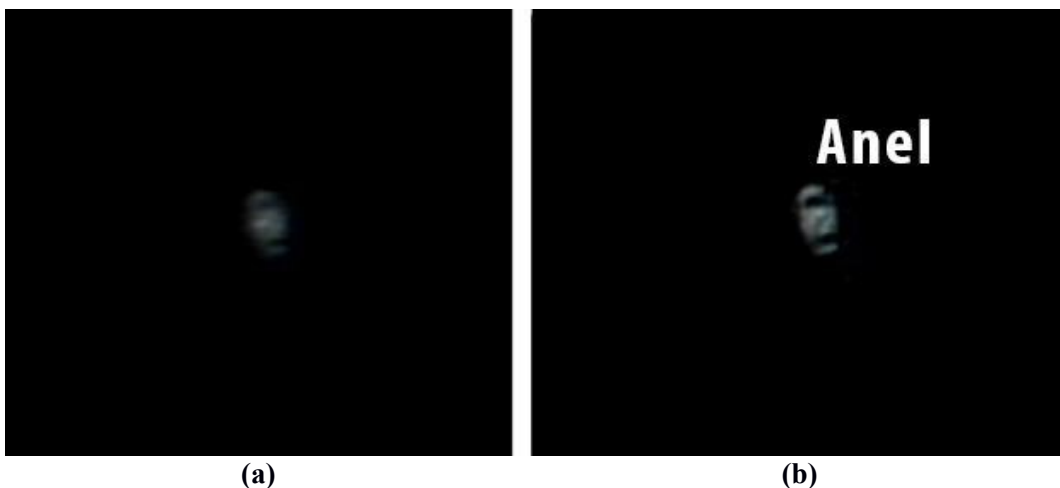


Figura 32 - Saturno capturado com *webcam Microsoft LifeCam VX-3000*, com filtro lunar, *Contrast=148, Hue=173, Saturation=74, Sharpness=722, Gamma=100, White Balance=100*, 05/05/18, (a) Sem processamento (b) Com processamento.

Fonte: os autores.

Um exemplo de atividade a ser implementada com uma metodologia prática de ensino de astronomia utilizando astrofotografias é exemplificada na próxima seção, para o cálculo do diâmetro de crateras lunares. Esta atividade poderá ser executada pelo professor após uma noite de observações, onde os alunos visualizarão conceitos discutidos em sala de aula.

4.2 Calculando diâmetros de crateras da Lua

A abóbada celeste (uma esfera imaginária vista por dentro, que cerca toda a Terra) é dividida em 360 partes ou *graus*, que por sua vez é subdividida novamente em

outras 60 partes ou *minutos*. Assim, a circunferência completa da abóbada tem 21.600 minutos. Subdividimos novamente em 60 partes ou *segundos*, resultando em uma abóbada composta de 1.296.000 segundos. Daí extrai-se os conceitos de arco-minuto ou arco-segundo em medidas de tamanhos angulares. É justamente nesta abóbada imaginária que localizamos as posições e tamanhos relativos de todos os objetos celestes: planetas, estrelas, Sol, Lua etc.

Pode-se então explorar os conceitos de tamanho angular e medidas de distâncias. O tamanho do arco em radianos será o arco cuja tangente é igual ao tamanho do segmento de arco dividido pela distância do objeto até o observador ($tg\theta = s/R$). Como as distâncias astronômicas são normalmente muito grandes, é útil a aproximação para pequenos ângulos ($tg\theta \approx \theta$) e o uso da expressão $\theta = s/R$.

Por exemplo, ao olharmos a Lua vemos que ela ocupa aproximadamente meio grau (30 minutos) no arco da abóbada, ou seja, 1.800 arco-segundos ($30 * 60$), como mostra a Figura 33. Este valor pode variar conforme a Lua passa pelo seu ponto de perigeu (ocasião onde a Lua está no ponto mais próximo da Terra em sua órbita) e pelo ponto de apogeu (ocasião onde a Lua está no ponto mais distante da Terra em sua órbita) o qual seu diâmetro aparente visto da Terra é ligeiramente alterado. Para os cálculos dos diâmetros das crateras apresentados a seguir, é considerado o valor do diâmetro da Lua amplamente divulgado na ciência (30 arco-minutos), ou seja, não medimos seu diâmetro aparente a partir das astrofotografias (o que pode ser uma outra atividade), apenas suas crateras, levando se em conta uma escala comparada com o diâmetro real da Lua (valor medido disponível na literatura).

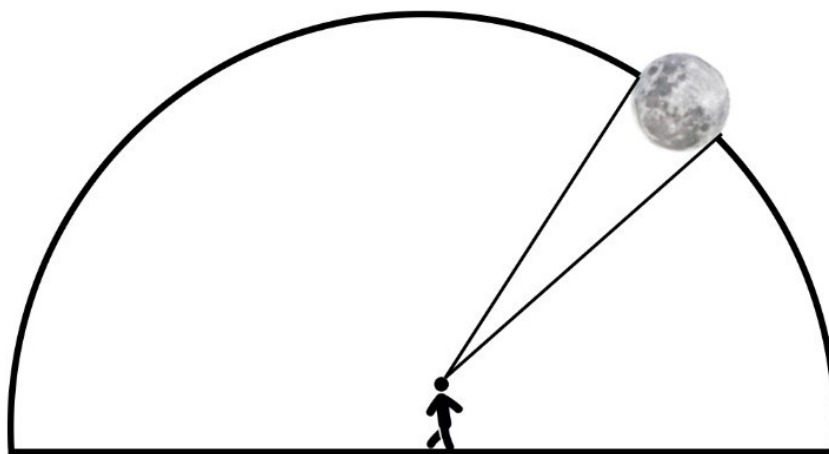


Figura 33 - Tamanho angular da Lua na abóbada celeste.
Fonte: os autores.

Sabe-se que a Lua tem um diâmetro de aproximadamente 3.474 km e é esse disco que observamos da superfície do planeta Terra. Podemos então estimar a distância da Lua até a Terra fazendo:

$$R = \frac{s}{\theta} = \frac{206.265 * 3.474}{1800''} \approx 398.000 km, \quad (1)$$

(compare com 384.000 km que é a medida real). O número 206.265 é o fator de conversão de radianos para arco-segundos.

Também podemos medir distâncias entre objetos que estão à mesma distância de nós. Se o disco da Lua, de aproximadamente 3.474 km, ocupa 1.800 segundos, então cada arco-segundo dele equivale a 1,93 (3.474 / 1.800) quilômetros em sua superfície, como mostra a Figura 34.

Para determinar o tamanho das crateras em quilômetros, é necessário conhecer a escala de placa de nosso detector, ou seja, o tamanho, em segundos de arco, de cada pixel da imagem. Conhecendo a escala dos pixels das imagens P'' em arco-segundos, o tamanho de um arco-segundo na superfície da Lua, 1,93 km (Figura 34), e o diâmetro da cratera lunar em pixels d_{cp} , fica fácil calcular as dimensões de crateras lunares d_{km} , em quilômetros.



Figura 34 - Diâmetro da Lua em arco-segundos.

Fonte: os autores.

Para determinar o tamanho dos pixels, precisamos de uma régua: vamos usar o tamanho conhecido de uma das crateras, por exemplo, a maior delas identificada na Figura 35: Albategnius. Medimos o tamanho em pixels na imagem e comparamos com seu tamanho real, disponível na literatura, de 140 km.

Usou-se o *software* livre *SAOImageDS9*⁶, muito popular na astronomia científica, para determinar o diâmetro das crateras lunares em pixels, d_{cp} , nas astrofotografias processadas obtidas. A Figura 35, mostra um exemplo do *layout* do programa.

⁶ <https://sites.google.com/cfa.harvard.edu/saoimageds9/download>

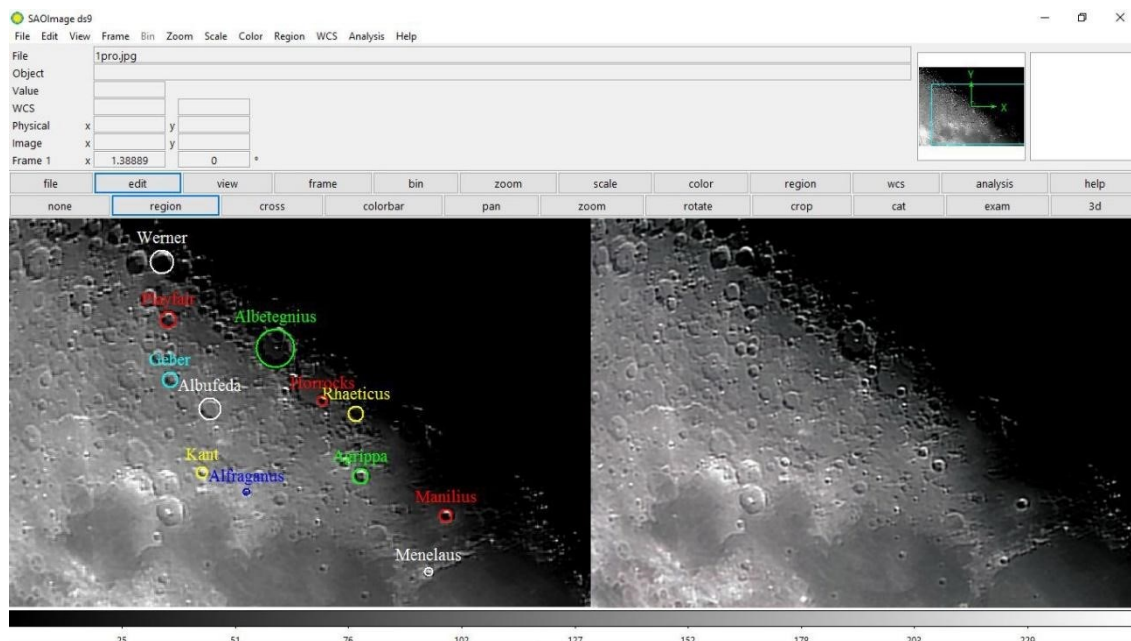


Figura 35 - Software SAOImageDS9.

Fonte: os autores.

O usuário poderá usar as opções “*edit*” e “*region*”, marcando as crateras que deseja estudar e selecionando-as com círculos com tamanhos correspondentes aos tamanhos visualizados (Figura 35). Uma vez inseridas as marcações, é possível ler no SAOImageDS9 o raio do círculo, em pixels.

Para a cratera Albategnius, mediu-se um raio de 16,92 pixels. Seu diâmetro real é de 114 km. Chegamos ao tamanho do pixel de 3,369 km / pixel. Usando a escala para a Lua de 1,93 km / arco-segundo, chegamos ao valor da escala de placa $P'' = 1,746'' / \text{pixel}$, ou seja:

$$P'' = \frac{3,369}{1,93} = 1,746 \quad (2)$$

Podemos escrever uma expressão geral para o cálculo, considerando D_{km} como o diâmetro da lua em quilômetros; D'' como o diâmetro da lua em arcos-segundo; P'' como o tamanho do pixel na imagem em arco-segundos e d_{cp} como o diâmetro da cratera em pixels, o diâmetro da cratera da lua em quilômetros, d_{km} , será calculado como:

$$d_{km} = \frac{D_{km}}{D''} * P'' * d_{cp} \quad (3)$$

A Tabela 1, mostra os resultados dos diâmetros das crateras usando as técnicas listadas neste trabalho:

Nome da cratera	Raio em pixel	*Diâmetro real aproximado (km)	Diâmetro calculado (km)
Albategnius	16,92	114	114,0 ^(a)
Playfair	7,30	47	49,19
Geber	6,52	44	43,97
Abulfeda	9,61	65	64,79
Horrocks	4,40	30	29,69
Rhaeticus	6,68	45	45,00
Kant	5,15	33	34,73
Alfraganus	2,89	20	19,38
Agrippa	6,71	44	45,23
Manilius	5,60	38	37,72
Menelaus	3,81	26	25,68

Tabela 1 - Dados obtidos com base nos pixels observados nas astrofotografias.
 (a) valor usado para calcular a escala de placa. *Dados obtidos no Google Earth
 (NASA / USGS / JAXA / SELENE e ASU).

Fonte: os autores.

4.3 Estudando o movimento orbital das luas de Júpiter

A fim de exemplificar e evidenciar o movimento orbital das luas de Júpiter, foram realizadas comparações entre três fontes de informações das órbitas das luas Io, Europa, Ganimedes e Calisto:

- *Software Astronomy Lab 2*⁷;
- *Software Stellarium*⁸;
- Observações realizadas com telescópio.

A Figura 36 representa o movimento orbital das luas de Júpiter no período de um mês (abril de 2018) utilizando o programa livre *Astronomy Lab 2*.

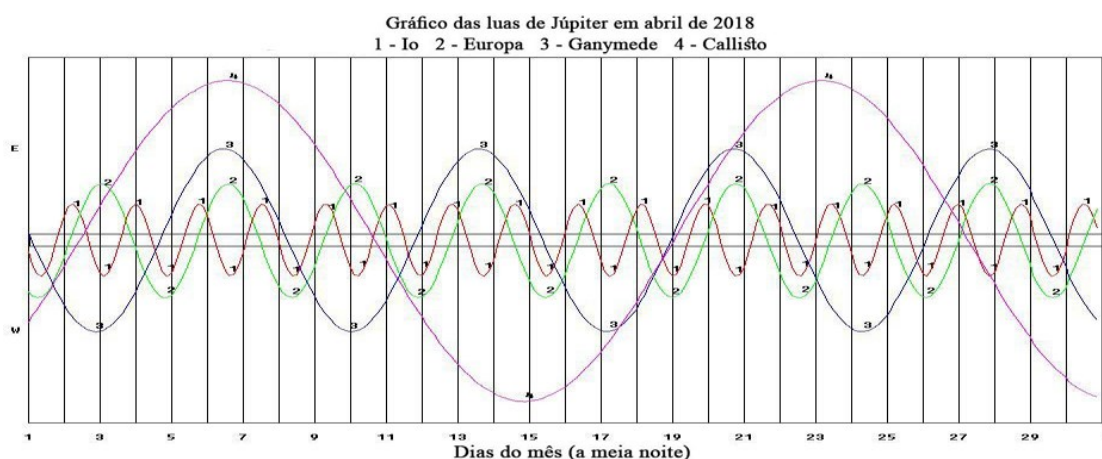


Figura 36 - Ciclos orbitais das luas de Júpiter no período das observações.

Fonte: os autores.

⁷ <https://ericbt.com/astronomylab2>

⁸ <https://stellarium.org/pt/>

A seguir é possível observar a posição orbital nos dias em que as observações do planeta Júpiter e suas luas foram realizadas (Figura 37), especificamente nos dias 21 e 22 de abril. A imagem foi editada de modo que as duas linhas verticais centrais representam a posição do planeta Júpiter, e as curvas representadas pelas cores e números, as órbitas de suas luas. Este gráfico foi extraído do programa livre *Astronomy Lab 2*, onde é possível obter a posição orbital dos planetas e luas em qualquer período de tempo.



Figura 37 - Seleção dos dias de observação (21 e 22 de abril de 2018).
Fonte: os autores.

As Figuras 38 e 39 apresentam o comparativo entre as três fontes de informações utilizadas, a primeira faixa pelo programa *Astronomy Lab 2*, a segunda faixa pelo programa *Stellarium* e a faixa de baixo as observações realizadas utilizando o telescópio. É nítida a semelhança entre as posições orbitais das luas de Júpiter para o período estudado, o que demonstra o grande potencial das astrofotografias para evidenciar órbitas lunares e planetárias.

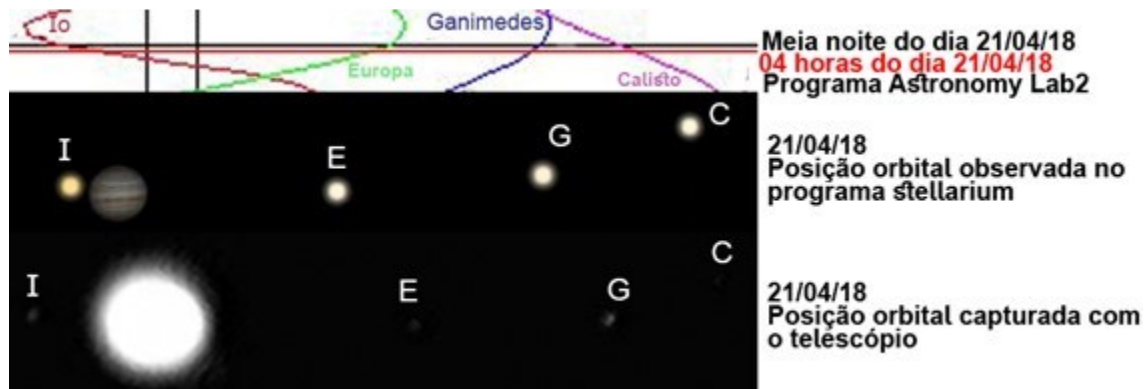


Figura 38 - Comparação das posições orbitais utilizando programas e observação real obtida em 21/04/2018.

Fonte: os autores.

A Figura 40 mostra a comparação entre as observações obtidas entre 21 e 22 de abril de 2018. O círculo maior branco à esquerda é o planeta Júpiter. Para que fosse possível capturar suas luas, foi necessária a saturação da luminosidade do planeta, fazendo com que seu diâmetro ficasse maior que o real. Uma vez que se utilizássemos filtros para diminuir a saturação da luz, as luas não ficariam visíveis.

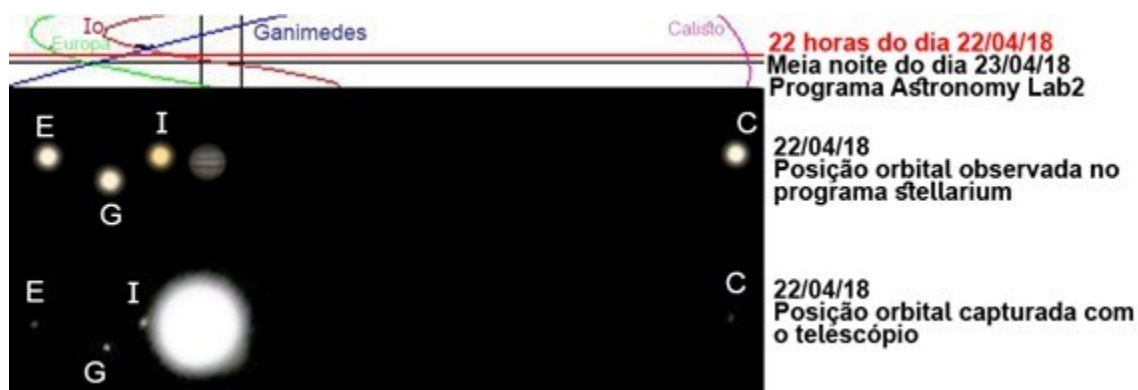


Figura 39 - Comparação das posições orbitais utilizando programas e observação real obtida em 22/04/2018.

Fonte: os autores.

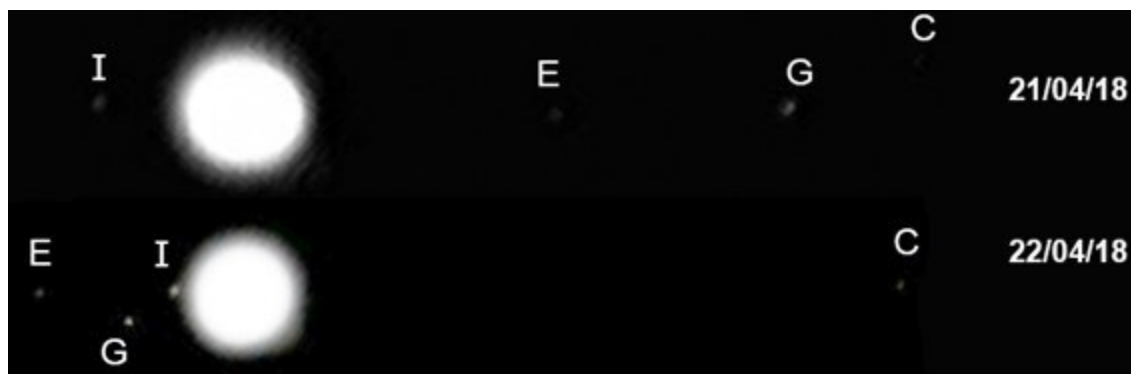


Figura 40 - Comparação das posições orbitais para diferentes dias.

Fonte: os autores.

Aqui também seria possível usar os conceitos de distâncias angulares e escalas de placa para calcular as distâncias reais das luas de Júpiter, conhecendo-se a distância até o planeta, que varia conforme a época do ano (entre 628 milhões de km e 928 milhões de km).

O exercício consistiria em observar o movimento das luas dia após dia, tentando identificar a época de maior separação e o tempo gasto para cada lua completar uma volta completa. Esses valores correspondem ao semieixo maior da órbita e ao período do movimento. Seria possível então por exemplo comprovar a terceira lei de Kepler, demonstrando que o período da órbita elevado ao quadrado é proporcional ao raio da órbita elevado ao cubo. Ou mesmo usar a lei da gravitação de Newton para encontrar massas para os objetos:

$$\left(\frac{a^3}{T^2}\right) = \frac{G*(M+m)}{4\pi^2}. \quad (4)$$

Esta segunda proposta de atividade poderá ser realizada num período maior, possibilitando uma melhor adequação de horário do professor responsável, ou até mesmo marcar observações com mais frequências para no final obter um mapeamento completo dos movimentos orbitais das luas de Júpiter.

5 Considerações Finais

Comparando entre todas as astrofotografias realizadas, notou-se uma maior discrepância entre as imagens da Lua, onde o poder de processamento se mostrou mais evidente e eficaz do que os planetas Júpiter e Saturno, revelando as várias crateras que a Lua possui, e até mesmo sombras de seu relevo. Isto se deve a grande luminosidade e principalmente a distância menor em relação a Terra. Apesar da limitação do telescópio e da resolução das câmeras, foi possível chegar a resultados bastante satisfatórios quanto à resolução e nitidez, produzindo belas astrofotografias da Lua, como mostram as Figuras 25 (b), 26 (b), 27 (b) e 28 (b). Percebe-se que a utilização de filtros e tampas redutoras de luminosidade no telescópio são essenciais para uma boa captura, onde evita-se ruídos luminosos e saturação de luz no sensor da câmera, observados na Figura 27 (a), 28 (a) e 29 (a). Porém, houve uma diminuição da intensidade da luz tão grande que não foi possível fotografar as luas de Júpiter com o filtro.

Apesar de Júpiter estar bastante longe da Terra, seu tamanho possibilitou algumas capturas, na Figura 29 e 30 é possível ver a relevância do filtro lunar redutor de luminosidade e a tampa redutora, porém, chegou-se ao limite da *webcam VX-3000*. O processamento destas imagens não se mostrou tão eficiente quanto a captura de Júpiter utilizando a *câmera PI Raspberry V2*, de acordo com a Figura 31 (a) e (b), foi possível observar as linhas equatoriais do planeta e uma boa coloração, o que mostra uma grande qualidade de processamento utilizando os filtros *Wavelets* e o programa *Photoshop*, aumentando sua nitidez e resolução em relação às capturas utilizando a *webcam VX-3000*. A astrofotografia de Saturno (Figura 32) não ficou nítida o suficiente para revelar todo o contorno de seus anéis e luas, devido ao limite do telescópio e da *webcam* utilizada.

De acordo com as Figuras 35 e 40, foi possível ir além nas astrofotografias, conseguindo utilizar as imagens para extrair dados físicos dos astros. Os diâmetros de crateras lunares foram medidos com grande precisão, por meio da obtenção de seus tamanhos angulares analisando os pixels da imagem. Também foi possível a visualização do movimento orbital das luas de Júpiter ao longo dos dias, que pode ser usado na análise do movimento orbital, por exemplo na medida de períodos orbitais e distâncias relativas.

É evidente o potencial de se utilizar astrofotografias no ensino de Astronomia, a partir de equipamentos de baixo custo, por exigir das instituições baixo orçamento financeiro e a possibilidade de agregar o ensino prático ao teórico, por meio de observações noturnas com telescópios e análise de dados. A importância de se obter estas astrofotografias para o ensino de Astronomia se traduz na facilidade de fixar conceitos que até então, só seriam expostos teoricamente; instigar a curiosidade e criatividade dos alunos para observarem o céu e terem a noção da imensidão do conhecimento que está a ser explorado. Resgatar o estudante para uma metodologia prática ajudará na motivação em aprender cada vez mais conceitos científicos abstratos, quando apresentado somente de forma teórica.

O método de adaptação de câmeras em telescópios como recurso didático é promissor, pois com a metodologia apresentada, professores, alunos, pesquisadores e astrônomos amadores serão capazes de obter grandes resultados, tanto para contribuição científica quanto para suporte ao ensino de Astronomia. Atividades podem ser

livremente exploradas a partir dos resultados obtidos pela metodologia proposta, para os anos iniciais, ensino fundamental, médio e ensino superior. Tudo dependerá dos objetivos e do aprofundamento das técnicas apresentadas, uma vez que é possível extrair diversos tipos de dados das imagens. Além disso, pode-se citar a possibilidade de capacitação básica de estudantes interessados no campo da Astronomia (e áreas afins), como futura opção profissional.

Apesar de ter utilizado equipamentos de baixa resolução comparados aos grandes observatórios, ainda assim foi possível obter belas e definidas astrofotografias, observando sempre o limite da câmera e do telescópio utilizado, necessitando apenas paciência e aprimorar cada vez mais as técnicas de processamento.

Agradecimentos

Os autores agradecem a Caio Valadares, por ceder o telescópio utilizado nas capturas de astrofotografias.

Referências

- Aragão, G. B., et al. (2019). Construção do telescópio de baixo custo para o estudo de astronomia. *Revista Prática Docente*, 4(1), 242-254. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2019.v4.n1.p242-254.id428>
- Ávila, G. (1997). A hipérbole e os telescópios. *Revista do professor de matemática*, (34), 22-27.
- Barreto, T. A. A., & Almeida, G. M. A. (2009). Astrofotografia: Técnicas e aplicações. *Scientia Plena*, 5(11). Recuperado em 23 abr. 2020, de www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/737/393
- Bartelmebs, R. C., & Moraes, R. (2011). Teoria e prática do ensino de astronomia nos anos iniciais: mediação das aprendizagens por meio de perguntas. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*. (1), 99-112. Recuperado em 23 abr. 2020, de <http://repositorio.furg.br/handle/1/1371>.
- Burke, B., et. al. (2007). CCD Imager Development for Astronomy. *Lincoln Laboratory Journal*, (16), 392-412.
- Berrevoets, C. (2004). Processing webcam images with RegiStax. *Sky & Telescope*, 107(4), 130+. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://link.gale.com/apps/doc/A122438669/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=ebb215fb>
- Candau, V. M. (Org.) (2011). *A didática em questão* (31a ed.). Petrópolis-RJ: Vozes.
- Covington, M. A. (2011). Shoot the Sun, Moon, and planets: surprisingly simple cameras will let you capture the solar system. *Astronomy*, 39(7), 54. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://link.gale.com/apps/doc/A258910182/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=d7aa70fb>

Damasceno Jr., J. A., & Romeu, M. C. (2018). O planetário como recurso metodológico para facilitar o ensino de física por meio da ruptura entre o conhecimento científico e o conhecimento comum. *Revista Prática Docente*, 3(1), 231-248. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.23926/RPD.2526-2149.2018.v3.n1.p231-248.id206>

Duarte, E. G. et al. (2011). *Adaptação de uma webcam para uso astrofotográfico amador*. Curso de Física. Brasília: Universidade Católica de Brasília.

Garg, A. (2010). Image processing in amateur astro-photography. *Reson* (15), 170-175. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.1007/s12045-010-0018-4>

Gombert, G., et al. (1996). Beyond the visible with CCDs. *Astronomy*, 24(3), 80+. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://link.gale.com/apps/doc/A17979449/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=fc6446ac>

Iachel, G. (2009). Evidenciando as órbitas das luas galileanas através da astrofotografia. *Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia*, (8), 37-49. <https://doi.org/10.37156/RELEA/2009.08.037>

Kantor, C. A. (2018). Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e práticas. *Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia*, (26), 77-80. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.37156/RELEA/2018.26.077>

Neves, M. C. D., & Pereira, R. F. (2007). Adaptando uma câmera fotográfica manual simples para fotografar o céu. *Revista Latino-Americana De Educação Em Astronomia*, (4), 27-45. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.37156/RELEA/2007.04.027>

Oliveira, E. Refratores ou refletores? (2009). *CACEP: Clube de astronomia do colégio estadual do Paraná*. Recuperado em 20 fev. 2020 de www.cacep.com.br/refratores-ou-refletores/

Reeves, R. (2006). How to make a lunar mosaic. *Astronomy*, 34(12), 74+. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://link.gale.com/apps/doc/A382809009/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=ce34c0aa>

Simson, O. R. M., et al. (2001). *Educação não-formal: Cenários da criação*. Campinas: Editora da Unicamp.




Xavier, A. (2006). Astrofotografia com webcam: análise de uma imagem de Marte. *Revista MacroCosmo*, (26), 14-19. Recuperado em 23 abr. 2020, de <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.25915.21281>

Wiley, K.; (2003). Imaging with webcams. *Astronomy*, 31(12), 94+. Recuperado em 23 abr. 2020 de <https://linkgale.ez61.periodicos.capes.gov.br/apps/doc/A114608691/AONE?u=capes&sid=AONE&xid=f6f641d0>

Artigo recebido em 18/12/2020.

Aceito em 07/04/2021.

TEMAS DE ASTRONOMIA EM FEIRAS DE CIÊNCIAS: REFLEXÕES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIDADE

 *Sônia Elisa Marchi Gonzatti*¹
 *Andréia Spessatto de Maman*²
 *Dayene Borges Guarienti*³

Resumo: Este trabalho apresenta levantamento realizado a partir de uma análise documental dos anais de nove edições de feiras de ciências promovidas por uma universidade comunitária do Rio Grande do Sul, visando mapear conteúdos e possíveis abordagens interdisciplinares em pesquisas escolares que envolvem temas de Astronomia. Sob uma perspectiva teórica que considera as feiras como um espaço profícuo de incentivo à iniciação e educação científicas, trabalha-se com a premissa de que esses contextos estão permeados de maior autonomia de escolha de temas de estudo do que habitualmente ocorre em contextos formais de ensino. Assim, a maior ou menor presença de temáticas da Astronomia poderia favorecer práticas de ensino e pesquisa inspiradas na interdisciplinaridade. A análise documental realizada detectou dezesseis trabalhos, nos níveis do Ensino Fundamental ou Médio, ligados à Astronomia, com preferência por temas associados à Astronáutica e foguetes, seguidos de temas relacionados ao planeta Terra e à Cosmologia. Quanto à interdisciplinaridade, identificou-se diferentes níveis de integração, desde conexões internas às temáticas pesquisadas até a integração de duas ou mais disciplinas escolares nas pesquisas.

Palavras-chave: Feiras de Ciências; BNCC; Currículo; Interdisciplinaridade. Astronomia.

TEMAS DE ASTRONOMÍA EN FERIAS DE CIENCIAS: REFLEXIONES SOBRE CURRÍCULOS E INTERDISCIPLINARIEDAD

Resumen: Este trabajo presenta una prospección realizada a partir de análisis documental de los anales de nueve ediciones de ferias de ciencias promovidas por una universidad comunitaria en Rio Grande do Sul, con el objetivo de mapear contenidos y posibles enfoques interdisciplinarios en la investigación escolar sobre temas de Astronomía. Bajo una perspectiva teórica que considera las ferias como un espacio útil para incentivar la iniciación y la educación científica, trabajamos con la premissa de que estos contextos están permeados de mayor autonomía en la elección de temáticas de estudio de lo que suele ocurrir en los contextos formales de enseñanza. Así, la mayor o menor presencia de temas astronómicos podría favorecer prácticas de enseñanza e investigación inspiradas en la interdisciplinariedad. El análisis documental realizado detectó dieciséis trabajos, en los niveles de enseñanza primaria y secundaria, vinculados a la Astronomía, con preferencia por temas asociados a Astronáutica y cohetes, seguidos de temas relacionados con el planeta Tierra y la Cosmología. En cuanto a la interdisciplinariedad, se identificaron diferentes niveles de integración, desde conexiones internas entre los temas investigados hasta la integración de dos o más asignaturas escolares en la ejecución de las investigaciones.

Palabras clave: Ferias de Ciencias; Base Nacional Común Curricular; Currículo; Interdisciplinariedad. Astronomía.

¹ Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Brasil. E-mail: soniag@univates.br.

² Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Brasil. E-mail: andreiah2o@univates.br.

³ Universidade do Vale do Taquari (UNIVATES), Lajeado, Brasil. E-mail: dayene.guarienti@univates.br.

ASTRONOMY THEMES IN SCIENCE FAIRS: REFLECTIONS ON CURRICULA AND INTERDISCIPLINARITY

Abstract: The paper presents a survey based on the analysis of annals from nine Science Fair editions promoted by a communitary university in Rio Grande do Sul State aiming to identify contents and possible interdisciplinary approaches in school research concerning Astronomy themes. Under the theoretical perspective that considers the fairs rich spaces to encourage scientific initiation and education, we work with the premise that these contexts provide much greater autonomy for choosing study themes than it usually occurs in formal educational contexts. Therefore the presence of more or less astronomy themes might encourage teaching and researching practices inspired by interdisciplinarity. The documentary analysis identified sixteen studies connected to Astronomy in Elementary, Middle and High School levels emphasizing the preference for themes connected to Astronautics and rockets, followed by Earth and Cosmology. Regarding interdisciplinarity, different levels of integration were identified - from inner connections between themes to the integration of two or more school subjects.

Keywords: Science Fairs; National Common Curricular Base; Curriculum; Interdisciplinarity; Astronomy.

1 Introdução

Neste artigo, serão analisados objetos de estudo ligados à Astronomia, investigados por estudantes da Educação Básica em projetos de pesquisa apresentados em feiras de ciências, identificando pontos de convergência e as correlações possíveis com conteúdos curriculares dessa ciência previstos na Base Nacional Comum Curricular, ou BNCC, (Brasil, 2017).

Outro enfoque intenta analisar em que medida esses trabalhos evidenciam abordagens multi, pluri ou interdisciplinares durante as investigações realizadas. Segundo Santomé (1998, p. 70), essas abordagens configuram-se como modalidades distintas de interdisciplinaridade, nas quais varia o nível de integração entre disciplinas. Essa é a classificação mais conhecida e divulgada, formulada por Erich Jantsch no Seminário da OCDE de 1979. Nessa escala, “multidisciplinaridade reflete o nível mais baixo de coordenação e a comunicação entre as disciplinas fica reduzida a um mínimo. Seria a mera justaposição de matérias diferentes” (ibid., p. 71). A pluridisciplinaridade envolve, por sua vez, a justaposição de disciplinas relativamente próximas, dentro de uma mesma área de conhecimento. Portanto, é esse nível de integração que melhor descreveria a integração de disciplinas propostas na BNCC, já que há um movimento de agrupamento por áreas de conhecimento.

Por último, “a interdisciplinaridade propriamente dita é algo diferente, que reúne estudos complementares de diversos especialistas em um contexto de estudo de âmbito mais coletivo” (Santomé, 1998, p. 73). Dessa distinção, pode-se supor que as aproximações entre diferentes disciplinas escolares, em contextos de prática docente ou em projetos de pesquisa escolares, configuram-se muito mais como práticas multi ou pluridisciplinares, já que

O ensino baseado na interdisciplinaridade tem um grande poder estruturador, pois os conceitos, contextos teóricos, procedimentos, etc, enfrentados pelos alunos encontram-se organizados em torno de unidades mais globais, de estruturas conceituais e metodológicas compartilhadas por várias disciplinas. Alunos e alunas com uma educação mais interdisciplinar estão mais capacitados para enfrentar problemas que transcendem os limites de uma

disciplina concreta e para detectar, analisar e solucionar problemas novos (Santomé, 1998, p. 74).

Em termos metodológicos, empreendeu-se uma análise documental dos resumos publicados ao longo de nove edições de feiras promovidas por uma universidade comunitária do RS, cotejando-a com os objetos de conhecimento da BNCC. Do ponto de vista teórico, entendeu-se necessário estabelecer análise entre as diretrizes da BNCC para o Ensino de Astronomia (agrupadas na Unidade Temática Terra e Universo) e o que essa área de pesquisa vem debatendo. Para tal, estudos recentes sobre a BNCC foram cotejados com pressupostos já consolidados na pesquisa em Educação em Astronomia. Prosseguindo, reflete-se sobre os papéis das feiras de ciências como espaços de investigação e de possíveis inovações metodológicas e epistemológicas em relação a currículos e práticas pedagógicas escolares. Inovações, nesse contexto, são compreendidas como rupturas e mudanças na direção de práticas que proporcionem a vivência de processos investigativos que superem a ênfase em aspectos conceituais e que incentivem diferentes modalidades de interdisciplinaridade (Santomé, 1998).

Sob outro ângulo, a realização desses projetos pode constituir-se em espaço de vivências de processos investigativos que extrapolam a abordagem das disciplinas escolares geralmente restritas aos tópicos conceituais que as constituem, avançando na direção de práticas relacionadas ao fazer ciência e à sua comunicação pública. Noutra direção, a investigação desses temas em/para feiras de ciências pode fomentar a sua inserção em currículos e práticas escolares de forma sistemática e deliberada, algo que ainda não é frequente. Sem a pretensão de construir respostas únicas, são compartilhadas reflexões tecidas na confluência desses contextos.

2 Astronomia e currículos: reflexões iniciais

Temáticas de Astronomia têm conquistado gradativamente mais espaço nos documentos oficiais orientadores ou normativos de currículos, gerando inovações, adaptações e resistências no que diz respeito às práticas e discursos escolares e no âmbito da formação de professores. Apesar dessa conquista, o Ensino de Astronomia, no Brasil, ainda é escasso, dependente de iniciativas pontuais de algumas redes de ensino e de professores com maior familiaridade ou gosto pelo tema (Langhi & Nardi, 2012; Langhi, 2011). A discussão proposta neste trabalho apoia-se em uma abordagem de currículo como um sistema em processo e em permanente reconstrução (Moraes 2004), como construção cultural, marcadamente inspirado no modelo da racionalidade técnica ocidental dominante. A organização e seleção de conhecimentos escolares, segundo esse modelo, tende a privilegiar certas ciências escolares em detrimento de outras, o que fica evidenciado, por exemplo, pela histórica distribuição desigual de carga horária, nos currículos de Educação Básica, entre as disciplinas de áreas de Ciências Exatas, Matemática e Língua Portuguesa, em detrimento de disciplinas das ditas áreas humanas.

No caso brasileiro, percebe-se uma tendência à maior presença de Astronomia nos currículos desde os Parâmetros Curriculares Nacionais, ou PCN, (Brasil, 1997; 1999), a qual se mantém com a publicação da Base Nacional Comum Curricular, a BNCC, em 2017 (Brasil, 2017). Sem a pretensão de emitir juízo de valor, a Base

apresenta maior grau de detalhamento desses temas, reunidos na Unidade Temática “Terra e Universo” (para o Ensino Fundamental), ou Vida, Terra e Cosmos (para o Ensino Médio), em comparação com as proposições da categoria Eixo Temático, dos PCN. Esse maior detalhamento é também percebido por meio da proposição de inúmeras habilidades de aprendizagem, que parecem indicar possíveis caminhos metodológicos para abordar Astronomia na Educação Básica. No entanto, estudos como o Flôr e Trópia (2018) e Franco e Munford (2018), destacam que há um silenciamento da BNCC quanto a contemplar e indicar abordagens teórico-metodológicas para o Ensino de Ciências da Natureza que incluam e representem tanto as contribuições de pesquisadores da área quanto as dos professores, para quem a Base é dirigida. Esse silenciamento se justifica, em boa medida, por um “discurso centrado na necessidade de eficiência do sistema educacional público, o que legitima perspectivas centradas na uniformização e no controle” (Franco & Munford, 2018, p. 159). Ainda nessa linha de raciocínio, Sasseron (2018), aponta que a BNCC incorpora elementos do ensino por investigação sem, no entanto, indicar os referenciais teóricos que balizam essas proposições.

No que diz respeito a diretrizes para o Ensino de Ciências (que inclui temas de Astronomia), a Base indica a necessidade de que este seja realizado por meio de processos investigativos:

A área de Ciências da Natureza, por meio de um olhar articulado de diversos campos do saber, precisa assegurar aos alunos do Ensino Fundamental o acesso à diversidade de **conhecimentos científicos** produzidos ao longo da história, bem como a aproximação gradativa aos principais **processos, práticas e procedimentos da investigação científica**. (Brasil, 2017, p. 321, grifo do autor).

Prosseguindo, o texto introdutório à Área de Ciências da Natureza discorre:

Dessa forma, o processo investigativo deve ser entendido como elemento central na formação dos estudantes, em um sentido mais amplo, e cujo desenvolvimento deve ser atrelado a situações didáticas planejadas ao longo de toda a educação básica, de modo a possibilitar aos alunos revisitar de forma reflexiva seus conhecimentos e sua compreensão acerca do mundo em que vivem. (Brasil, 2017, p. 322).

Sasseron (2018) analisou as habilidades da BNCC da área, no âmbito do Ensino Fundamental, Anos Iniciais. Comparou-as com o que chamou de quatro modalidades de ação, propostas na BNCC, para se trabalhar com situações investigativas em sala de aula, a saber: i) definição de problemas, ii) Levantamento, análise e representação; iii) Comunicação e iv) intervenção (Brasil, 2017). Para empreender tal análise, classificou as ações investigativas relacionadas a cada modalidade como práticas científicas ou epistêmicas. Esse critério foi delineado em consonância com os estudos sobre ensino por investigação, em que “as práticas científicas representam ações direcionadas à resolução de problemas, enquanto as epistêmicas associam-se a aspectos metacognitivos da construção de entendimento e de ideias sobre fenômenos e situações em investigação” (Sasseron, 2018, p. 1067). Notou que não há equilíbrio na evocação dessas ações investigativas, havendo uma predominância de habilidades associadas às práticas científicas em detrimento das epistêmicas, com destaque para habilidades que enfatizam a obtenção de novas informações e os aspectos conceituais. A autora pondera, no entanto, que o trabalho do

professor em sala de aula é que definirá a maior ou menor frequência de cada modalidade de ação investigativa, apesar do descompasso constatado no documento. Em termos gerais, conclui:

[...] A BNCC se ocupa de modo mais intenso com determinadas ações e práticas das ciências, enquanto outras, igualmente importantes e necessárias de serem trabalhadas em sala de aula, ficam à margem do texto. Esse fato explicita a intenção ou preocupação mais frequente em que os estudantes apliquem conhecimentos de modo imediato, exibindo a estrita relação entre os conhecimentos das disciplinas escolares e conhecimentos da experiência cotidiana sem explorar modos com os quais esses estudantes possam travar contato mais direto com os conhecimentos do primeiro tipo. (Sasseron, 2018, p. 1077).

Em contraponto ao teor regulatório e normativo que atravessa a Base, estudos ponderam sobre a relativa autonomia escolar e docente e destacam o papel do professor diante das mudanças que a implantação da Base irá acarretar (Franco & Munford, 2018; Sasseron, 2018; Alves & Silva, 2020). O trabalho de Alves & Silva (2020), analisou as produções acadêmicas entre 2018 e 2019 atinentes a processos e práticas emergentes a partir da publicação da BNCC. Do contingente de 14 trabalhos com esse enfoque, oito⁴ “destacam especificamente a problemática de alguma disciplina curricular” (Alves & Silva, 2020, p. 8), o que é indicativo de que movimentos de reconstrução curricular estão em curso. Entre outros, os autores concluem que “os objetivos dos trabalhos acadêmicos convergem no sentido de analisar o teor do documento, [...] como aconteceu a construção da BNCC e tentando esclarecer como algumas disciplinas podem se adaptar às diretrizes da Base” (Alves & Silva, 2020, p. 11).

Recolocando o foco nos currículos sugeridos para a Astronomia na Base, Lima Júnior et al. (2017) inferem que a implementação da BNCC impactará na formação de professores, na produção de materiais didáticos e na avaliação. Ao mesmo tempo, reconhecem o documento como um possível instrumento catalisador de iniciativas para fomentar a inclusão da Astronomia na formação de estudantes da Educação Básica.

Ademais, cabem algumas considerações sobre a presença desses temas na Base, tecidas à luz das contribuições das pesquisas na Educação em Astronomia. A análise dos objetos de conhecimento e habilidades da Unidade Temática Terra e Universo, ao longo de todo o Ensino Fundamental, evidencia o estímulo a práticas e conceitos relativos à Astronomia observacional, reconhecida como um conhecimento desejável e essencial para a compreensão básica dessa ciência (Leite & Hosoume, 2007; Langhi & Nardi, 2010; Gonzatti et al., 2013). Temas como observação e reconhecimento do céu, de sombras, associadas ao movimento aparente diurno ou anual do Sol, construção de modelos do Sistema Sol-Terra-Lua para compreensão de fases lunares e dos eclipses, utilização de modelos tridimensionais, são alguns dos conceitos e habilidades explicitados na BNCC (Brasil, 2017) que anunciam um movimento de incorporação das discussões teórico-metodológicas realizadas no campo da pesquisa em Educação em Astronomia.

Digno de nota, ainda, é a indicação do estudo de temas ligados à cosmologia e à pesquisa espacial, que costumam atrair jovens e crianças de diferentes idades. Essa

⁴ Nenhum dos trabalhos está relacionado à área de Ciências da Natureza e suas tecnologias, conforme quadro 1 (Alves & Silva, 2020, p. 7-8).

indicação é feita para o 9º ano do Ensino Fundamental. Temas como evolução estelar, pesquisa espacial, vida fora da Terra, entre outros, são contemporâneos e produzem conteúdos de interesse ao jornalismo e à divulgação científica. Talvez por essas razões, tendem a gerar maior motivação e curiosidade e, por isso, mobilizam projetos de pesquisa escolares em diferentes níveis de ensino. Por um lado, a Base pretende garantir a abordagem de tais temáticas, mas, por outro, no espectro de tantas habilidades a serem desenvolvidas, poderia condicionar tais estudos apenas ao ano e nível de ensino indicados.

Também para o 9º ano, há referência explícita ao estudo de temas relacionados à Astronomia cultural: “EF09CI15⁵: relacionar diferentes leituras do céu e explicações sobre a origem da Terra, do Sol ou do Sistema Solar às necessidades de distintas culturas (agricultura, caça, mito, orientação espacial e temporal, etc.)” (Brasil, 2017, p. 351). Analisando o documento segundo essa abordagem, percebe-se uma presença tímida e isolada em meio ao conjunto de habilidades da unidade temática Terra e Universo, o que revela contradição em relação a seu potencial de integração com outras áreas de conhecimento (Jafelice, 2010). A título de exemplo, no 5º ano do Ensino Fundamental, o estudo de Constelações e Mapas Celestes (Brasil, 2017, p. 340), não faz referência a habilidades que explorem a perspectiva multicultural, que é desejável e necessária na educação escolar, já que

a ciência é uma das leituras possíveis [de mundo] e, embora tenha grande relevância e impacto na vida das pessoas, não é a única. A diversidade cultural e sua historicidade precisam ser significadas na relação pedagógica, permitindo atingir novos níveis de entendimento e de convivência social (Maldaner & Zanon, 2004, p. 56).

O objeto de conhecimento de observação do céu consta no 5º ano, com habilidades que sugerem prática observacional e manuseio de cartas/*softwares* celestes, mas isso não é retomado explicitamente nos anos escolares seguintes. Há menção à construção de modelos para observação da Lua (8º ano), mas não ao céu de modo mais amplo. Nota-se, nesse aspecto, uma lacuna em relação ao anunciado aumento da complexidade dos temas explorados ao longo dos anos de escolarização. Práticas observacionais ou experimentais precisariam ser sistemáticas, com possibilidade de gerarem processos de ensino por investigação e de favorecerem a almejada complexificação dos objetos de estudo ao longo da escolarização básica, mas de modo geral essa tendência não é percebida na Unidade Temática Matéria e Universo. Essa constatação também foi feita por Sasseron (2018), em análise da área de Ciências da Natureza para os Anos Iniciais.

⁵A sigla corresponde à codificação adotada para todas as habilidades de aprendizagem previstas na BNCC: **EF** é o nível de ensino (fundamental), **09** equivale ao ano escolar, **CI** à área de conhecimento, Ciências da Natureza, e os **dois dígitos** ao final correspondem à numeração das habilidades, em ordem crescente, sequenciadas sempre a partir de 01 em cada ano escolar e em cada área.

3 Currículos, práticas investigativas e feiras de ciências: ressonâncias na educação científica de jovens estudantes

Admitindo-se as feiras de ciências como iniciativas de comunicação pública da ciência, de educação e formação científica de jovens estudantes, de fomento à formação de novos pesquisadores, elas podem ser consideradas como um espaço de transgressões metodológicas e epistemológicas em relação aos currículos e práticas escolares (Gonzatti et al., 2017), na medida em que estimulam a vivência de processos investigativos que incluem práticas epistêmicas e extrapolam fronteiras disciplinares:

A participação em feiras de ciências é, portanto, a culminação de um processo de estudo, investigação e produção que tem por objetivo a educação científica dos estudantes. A comunicação das produções científicas para o público visitante, por sua vez, contribui para a divulgação da ciência e para que os alunos demonstrem sua criatividade, seu raciocínio lógico, sua capacidade de pesquisa. (Hartmann & Zimmermann, 2009, p. 4).

Complementarmente, assume-se a premissa de que feiras de ciências têm significativa implicação com a educação científica dos envolvidos (Mancuso, 2000; Hartmann & Zimmermann, 2009; Barcelos et al., 2010; Francisco & Santos, 2014; Gallon et al., 2019) e com a evocação de processos metacognitivos (Oliveira et al., 2016; Gewehr et al., 2020; Gewehr & Stroschoen, 2020). Portanto, a participação em feiras de ciências estimula tanto práticas científicas, quanto práticas epistêmicas (Sasseron, 2018), superando a habitual centralidade das práticas escolares em aspectos conceituais mais ligados às práticas científicas. Tais estudos destacam, entre outros aspectos, que o trabalho com projetos de investigação propicia o desenvolvimento de habilidades cognitivas de maior nível de complexidade; instiga aproximações entre diferentes campos do saber a partir da abordagem de temas socioambientais e de problemáticas locais, provocando rupturas na lógica disciplinar de organização dos conhecimentos escolares.

Noutra perspectiva de análise, as feiras são espaços de confluência de saberes e sujeitos, visto que promovem a interação entre universidades, escolas e comunidade, entre educação escolar e educação não formal, favorecendo um processo evolutivo e recursivo de produção de conhecimento científico no âmbito da escola básica, que pode suscitar reflexões e questionamentos sobre a lógica dominante na organização, concepção e seleção do conhecimento escolar. Segundo essa visão, a organização dos currículos em torno de problemas significativos para os aprendizes é o desafio principal:

Num exercício de superação das disciplinas e da fragmentação da realidade, assumir que a realidade e os fenômenos trabalhados são complexos, implica também superar a ênfase em aspectos meramente cognitivos. [...] Significa encontrar novos modelos de estruturação do currículo em que outros referentes de conteúdos são integrados, valorizando-se de modo especial os conhecimentos que os alunos já trazem (Moraes, 2004, p. 22).

Cotejando essa reflexão com as proposições conceituais e metodológicas da BNCC (Brasil, 2017), a participação em feiras de ciências pode ser elemento catalisador da educação científica de estudantes pautada em “processos, práticas, procedimentos [e aprendizagens] da investigação científica” (Brasil, 2017). As feiras de ciências de modo geral são mostras científicas de estudos, pesquisas e projetos realizados acerca de algum tema onde são apresentados resultados e análises das mais diversas temáticas de

pesquisa. Esses eventos são populares por aproximar a comunidade científica do público em geral, com objetivo de popularizar os estudos científicos, já que possui um caráter interdisciplinar e mais abrangente no que diz respeito aos temas e conteúdos expostos, o que torna ainda mais fácil essa aproximação, despertando assim o interesse do saber nos mais diversos públicos.

Além disso, são importantes para que os estudantes possam participar ativamente dos processos de ensino e de aprendizagem, de forma que o professor atue como mediador desse processo (Oliveira et al., 2016). De acordo com Santos (2012), as feiras de ciências têm sido uma metodologia significativa para o desenvolvimento de novas competências nos estudantes, ao mesmo tempo em que estabelecem um importante espaço para o desenvolvimento da cultura científica.

Posto isto, o objetivo deste trabalho é identificar as temáticas desenvolvidas em feiras de ciências de universidade comunitária do RS, em suas nove edições, que apresentem uma interface com a Astronomia, e analisar em que medida essas temáticas têm vinculação com os conteúdos curriculares, tendo como referência a Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017). Outra perspectiva de análise explorada é examinar se trabalhos publicados na forma de resumos, nos anais, evidenciam algum nível de integração multidisciplinar entre disciplinas do currículo da Educação Básica.

4 Contextualização e Metodologia do Estudo

A Universidade em questão promoveu a primeira edição da feira de ciências em outubro de 2011. Desde então, desenvolveu e aprimorou ações vinculadas à educação científica, buscando uma aproximação com as instituições de ensino do município de Lajeado, RS. Dessas nove edições, oito contaram com fomento de editais específicos de órgãos como CNPq, MCTi e MEC, e as duas últimas edições realizadas foram de abrangência estadual. A partir de 2015 passaram a participar escolas de regiões circunvizinhas à região geográfica na qual se insere a Universidade. Devido ao aumento sucessivo do número de escolas e municípios participantes e de trabalhos inscritos, a partir de 2018, optou-se em alterar a abrangência da feira de municipal para estadual, segundo classificação disponível no edital específico. A título de ilustração, a Tabela 1 apresenta o número de trabalhos, por nível de ensino, selecionados e apresentados ao longo da série histórica das feiras de ciências.

Edição	Ano de realização	Total de trabalhos
1 ^a	2011	29
2 ^a	2012	25
3 ^a	2013	37
4 ^a	2014	61
5 ^a	2015	102
6 ^a	2016	80
7 ^a	2017	76
8 ^a	2018	97
9 ^a	2019	88
TOTAL		595

Tabela 1 - Total de trabalhos nas edições de Feiras de Ciências analisadas.
Fonte: dos autores.

Uma análise breve da Tabela 1 evidencia um crescimento contínuo no número de trabalhos aprovados e apresentados nas feiras de ciências, até 2015, que é o ano com o maior número de trabalhos apresentados, o que se explica pela maior adesão de escolas e trabalhos de outros municípios e pela abertura de 100 vagas no edital da feira. Nos anos de 2016 e 2017, especialmente por limitações orçamentárias, foram abertas 80 vagas, o que explica a redução no total de trabalhos. As duas últimas edições, de nível estadual, passaram a oferecer 100 vagas.

Este estudo pode ser caracterizado como uma pesquisa de abordagem qualitativa (Lüdke & André, 2011). Foi realizada a análise documental dos Anais das feiras de ciências promovidas por uma universidade do Sul do Brasil, no período de 2011 a 2019^{6,7}. Inicialmente, foram selecionados os resumos cujo título ou conteúdo contivesse referência explícita a temas de Astronomia. Após essa seleção, foi realizada uma análise dos conhecimentos e temas de Astronomia explorados nesses trabalhos, apontando potenciais aproximações com os conhecimentos da área indicados na BNCC. Opta-se pela Base para tecer essas aproximações, por se considerar que esse documento curricular mantém ou amplia os conhecimentos de Astronomia propostos nos Parâmetros Curriculares Nacionais. A BNCC organiza os conhecimentos escolares, por nível de ensino e ano escolar, em Unidades Temáticas, Objetos de Conhecimento e Habilidades⁸.

Noutra vertente de análise, busca-se examinar em que medida esses trabalhos contém evidências de algum nível de integração entre duas ou mais disciplinas escolares ou, ainda, se concorrem para uma compreensão mais sistêmica e integradora dos conhecimentos de Astronomia investigados, em função de seu potencial interdisciplinar.

5 Temáticas de Astronomia investigadas: potenciais correlações com conteúdos curriculares e abordagens interdisciplinares

Para identificar os trabalhos com temáticas relacionadas à Astronomia foram verificados os sumários dos anais de todas as edições da Feira de Ciências Univates, sendo realizada a leitura dos resumos daqueles trabalhos cujo tema apresentou uma interface com a Astronomia. Na primeira, terceira e nona edições, não foram localizados trabalhos referentes a temas astronômicos. A Tabela 2 apresenta a distribuição de trabalhos ligados à Astronomia, segundo leitura dos resumos, por edição de feira. Essa tabela evidencia pouca variabilidade no número de trabalhos, não sendo possível estabelecer uma tendência de variação (para mais ou para menos).

⁶ Anais disponíveis em: www.univates.br/evento/feira-de-ciencias/anais.

⁷ A feira que seria realizada em 2020, aprovada por meio de Chamada pública específica, foi adiada para 2021, dado o cenário da pandemia.

⁸ Os temas relacionados à Astronomia estão inclusos na Unidade Temática Terra e Universo (para o Ensino Fundamental) ou na Unidade Vida, Terra e Cosmos (Ensino Médio). Podem ser acessados em <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> p. 332-341 (Anos Iniciais), p. 344-351 (Anos Finais) e p. 547-560 (Ensino Médio).

Edição	Ano de realização	Trabalhos relacionados à Astronomia
1 ^a	2011	1
2 ^a	2012	4
3 ^a	2013	0
4 ^a	2014	1
5 ^a	2015	5
6 ^a	2016	1
7 ^a	2017	2
8 ^a	2018	2
9 ^a	2019	0
TOTAL		16

Tabela 2 - Quantidade de trabalhos relacionados à Astronomia nas feiras de ciências da Univates. **Fonte:** dos autores.

Já no Quadro 1, são apresentados esses trabalhos e são indicadas as temáticas relacionadas, conforme enunciado nos resumos escritos pelos autores. Os trabalhos foram numerados sequencialmente, da primeira à nona edição da feira, para fins de organização da análise.

Nº do trabalho	Edição de feira	Nível de Ensino	Título do trabalho	Temas explorados
T1	1 ^a	E.M.	A Física dos Foguetes	Leis de Newton. Viagens espaciais para Marte e Lua
T2	2 ^a	E.F.	Movimentos da Terra e da Lua: observando Fenômenos	fenômenos relativos aos movimentos da Terra e da Lua.
T3	2 ^a	E.F.	Projeto Eratóstenes – Calculando o raio e o diâmetro da Terra com a ajuda das sombras	medida do raio terrestre por meio de sombras e trigonometria
T4	2 ^a	E.F.	Missão Espacial – O Fantástico Sistema Solar	Interações da Terra com outros corpos celestes
T5	2 ^a	E.M.	Declinação Magnética: hora solar e hora legal	polos magnéticos e geográficos; tempo civil e tempo solar
T6	4 ^a	E.M.	O mundo das estrelas	tamanho, idade e composição de estrelas, distâncias relativas à Terra

Quadro 1 - Tema de trabalhos relacionados à Astronomia nas feiras de ciências. (continua...)

Nº do trabalho	Edição de feira	Nível de Ensino	Título do trabalho	Temas explorados
T7	5ª	E.F.	Projeto Atmosfera – Modelando o que não vemos	características da atmosfera terrestre, escalas
T8	5ª	E.F.	Projeto Soyuz	corrida espacial e atuação dos russos
T9	5ª	E.F.	Projeto Saturno V	corrida espacial e atuação dos americanos
T10	5ª	E.M.	Buracos Negros: Afinal, eles existem?	buracos negros, gravidade.
T11	5ª	E.M.	Descobrimo o espaço: Big Bang, o Sistema Solar e seus planetas	formação do Universo e do Sistema Solar
T12	6ª	E.M.	Mitos e verdades da Astronomia	mitos e verdades sobre Astronomia no saber popular
T13	7ª	E.F.	Entendendo as estrelas	formação e evolução estelar
T14	7ª	E.F.	Origem e desenvolvimento do Universo	crenças e teorias de alunos do EF sobre origem e evolução do universo
T15	8ª	E.F.	Clube de Astronomia Desbravadores do Universo: O céu (não) é o limite!...	observação do céu manuseio de binóculos e telescópios
T16	8ª	E.M.	Foguete Falcon Heavy	funcionalidades, mercado aeroespacial e jornada do foguete Falcon Heavy; viagem a Marte

Quadro 1 - Tema de trabalhos relacionados à Astronomia nas feiras de ciências.

Fonte: dos autores.

Atendendo à primeira perspectiva de análise, foram avaliados os resumos dos trabalhos que abordam Astronomia, buscando identificar potenciais aproximações com temas curriculares da área propostos na Base Nacional Comum Curricular. A Base é distinta no que diz respeito à organização curricular para o Ensino Fundamental e o Ensino Médio - neste último, não há subdivisão da Unidade Temática “Vida, Terra e Cosmos” em Objetos de Conhecimento. Para o Ensino Médio, são apresentados

conjuntos de habilidades para as três competências específicas da área (Brasil, 2017). Por isso, optou-se em sistematizar os temas da BNCC em categorias de conteúdo que representam conjuntos temáticos de conhecimentos com unidade interna. A leitura e releitura dos resumos, validada por diferentes participantes do estudo, possibilitou o mapeamento dos trabalhos em relação a esses conteúdos curriculares da BNCC. O resultado dessa análise é apresentado no Quadro 2.

Conteúdos Curriculares BNCC	Trabalhos relacionados	
	E.F.	E.M
Pontos Cardeais, calendários e medidas de tempo	T3	T5
Astronáutica (foguetes, missões espaciais)	T4, T8, T9	T1, T16
Sistema Sol-Terra-Lua e interações	T2	-
Forma, estrutura e movimentos da Terra	T2, T3, T7	T5
Composição, estrutura, localização do Sistema Solar no Universo	T4	T11
Observação do céu, mapas celestes, constelações	T15	-
Instrumentos ópticos	T15	-
Origem e formação do Universo	T14	T10, T11
Evolução Estelar	T13	T6, T10
Astronomia e Cultura	T13, T14, T15	T12

Quadro 2 - Aproximações temáticas entre conteúdos curriculares da BNCC e trabalhos de Astronomia em feiras de ciências da Univates.

Fonte: dos autores.

A análise dos conteúdos de Astronomia nos resumos evidenciou alguns pontos interessantes. Em alusão às categorias curriculares que representam, em boa medida, os saberes essenciais necessários à compreensão básica da Astronomia, percebe-se que todos os trabalhos podem ser relacionados a um ou mais conjuntos de conteúdos, conforme sistematizado no Quadro 2. Outro ponto a destacar é que temas mais comumente abordados em âmbito escolar (como Sistema Solar, movimentos da Terra e fenômenos associados), aparecem com menor frequência entre os temas de preferência dos estudantes pesquisadores.

Foguetes, Astronáutica e viagens espaciais são os temas preferidos (5 trabalhos), seguidos por objetos de estudo ligados à forma, estrutura e/ou movimentos da Terra (4 trabalhos), e, ainda, por temas com alguma ligação com a cosmologia (origem do Universo e evolução estelar, 6 trabalhos). Nesses casos, alguns resumos fazem referência explícita a viagens interplanetárias ou espaciais, especialmente viagens à Marte. Aqui, é preciso salientar a provável influência do jornalismo científico na disseminação de temáticas contemporâneas da Astronomia e que representam desafios científicos e tecnológicos que canalizam esforços e investimentos públicos e privados na sua execução. Outra hipótese que emerge da análise dos resumos, em relação a

fatores motivacionais, é que a escolha em investigar temas afins à Astronomia é explicada pelo desejo pessoal dos estudantes, seus interesses e curiosidades e à acolhida desse desejo por algum professor, o que é consistente com as justificações presentes na literatura (Gama & Henrique, 2010; Langhi & Nardi, 2014). Os trabalhos T8 e T9, sobre os foguetes Soyuz e Saturno V, respectivamente, citam também a participação na Olimpíada Brasileira de Astronomia como elemento motivacional.

Outro ponto revelado na análise dos resumos é que, em alguns casos, o título sugere uma amplitude de temas explorados que não se confirmou no texto que relatou a pesquisa desenvolvida. É o caso, por exemplo, dos trabalhos T4 e T11. Talvez esse aprofundamento tenha ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa, mas não está registrado nos respectivos resumos. Na direção oposta, a leitura dos resumos evidenciou o desenvolvimento de pesquisas escolares que contemplaram diferentes temáticas, abarcando mais de uma categoria curricular do Quadro 2. Inclusive, há trabalhos que empreenderam uma abordagem interdisciplinar em suas pesquisas, o que é consistente com o potencial interdisciplinar da Astronomia, amplamente difundido nos discursos acadêmicos ou informais. A esse propósito, Langhi & Nardi (2014), assinalam que uma das ideias centrais evocadas por pesquisadores brasileiros para pesquisar sobre Astronomia é seu caráter altamente interdisciplinar. Nos trabalhos T3 e T4 - projeto Eratóstenes e Missão Espacial - o fantástico sistema solar, respectivamente, há referências explícitas ao caráter interdisciplinar e transversal dos temas: “Sabe-se que um forte motivador de aprendizagem é a escolha de um tema do interesse do aluno e que permita a transversalidade dele com outras disciplinas” (Spezzia et al., 2012, T4) e “os alunos entraram em contato com conhecimentos de diversas áreas, como história antiga, leituras e compreensão de textos em espanhol, bem como exercício e aplicação em situação prática de seus conhecimentos em Matemática” (Tonelli et al., 2012a, T3).

Noutros resumos, encontrou-se referência explícita à integração entre duas ou mais disciplinas dos currículos escolares, como é o caso de T2 (Movimentos da Terra e da Lua) ou T5 (declinação magnética e hora solar/legal). T2, de Ensino Fundamental, analisou as influências da variação da inclinação da radiação solar nos ciclos biológicos por meio de um modelo prático desenvolvido em kit LEGO®. As disciplinas integradas foram Educação Tecnológica, Ciências e Geografia (Bundrisch et al., 2012). Já T5 relata os procedimentos metodológicos orientados em conjunto por um professor de Física e outro de Geografia. Segundo os autores da pesquisa,

O professor de Física e Geografia, conjuntamente, orientaram os alunos envolvidos a realizarem a determinação do meio-dia solar e assim obterem o momento exato que o Sol cruza o meridiano que determina a direção norte-sul para aquela localidade. Com uma bússola se determinou o desvio da orientação [...]em relação ao norte geográfico. Todos os dados foram conferidos com aqueles fornecidos pelo Observatório Nacional para a cidade de Lajeado/RS (Tonelli et al., 2012b, p. 73).

Esse trabalho pode ser um exemplo bem-sucedido de práticas escolares relacionadas à Astronomia Observacional, cuja compreensão básica implica a interligação de conceitos habitualmente trabalhados de forma desconexa em Geografia e Ciências/Física.

Um outro nível de integração multidisciplinar é percebido nos resumos dos trabalhos T1 (Física dos Foguetes, EM), T6 (O mundo das Estrelas, EM), T10 (Buracos Negros, EM) e T13 (Entendendo as estrelas, EF). Nesses trabalhos, os resumos se

utilizam de termos e conceitos da Física na descrição e análise do objeto de estudo investigado. Seria natural supor que a Astronomia contém ou exige Física ou, então, que o estudo desta poderia ser contextualizado a partir de fenômenos astronômicos. No entanto, sabe-se que não é isso que ocorre nas práticas escolares. No Ensino Médio, apesar de todos os esforços, intra e extraescolares, a Astronomia segue preterida e alheia às aulas de Física ou de Ciências da Natureza. Por isso, e retomando reflexões já tecidas (Gonzatti et al. 2017), é possível afirmar que trabalhos de investigação realizados no âmbito da escola básica tensionam práticas e currículos fortemente inspirados nos princípios positivistas do paradigma da ciência moderna:

[...] trabalhamos com a premissa de que esse processo evolutivo e recursivo de produção de conhecimento científico no âmbito da escola básica pode suscitar reflexões e questionamentos sobre a lógica dominante na organização, concepção e seleção do conhecimento escolar. Do ponto de vista epistemológico, o trabalho com temas integradores pressupõe outra lógica, em que os conceitos científicos necessários à interpretação de fatos e situações vão emergindo na medida em que se avança no estudo de uma temática mais abrangente (Gonzatti et al. 2017, p. 6).

Nessa perspectiva, há o seguinte registro no trabalho T1 (Tonelli et al. 2011): "Os tópicos de Física são discutidos à medida que os alunos, divididos em grupos, desenvolvem a construção e necessitam debater e escolher a melhor forma para construção do foguete". Em T6 (Mundo das estrelas), são mencionadas pesquisas realizadas pelos estudantes que evidenciam correlações entre massa, raio e luminosidade, bem como a relação entre a massa da estrela, seu tempo de vida e sua evolução para anãs ou gigantes vermelhas (Immich et al., 2014). No trabalho sobre buracos negros, (T10), há menção à emissão de radiação, à concepção de gravidade como deformação do espaço-tempo e às transformações da matéria de uma estrela em termos de variação da pressão ou da temperatura (Soares et al. 2015). É importante comentar que essa não é uma abordagem comum no estudo das radiações ou da termodinâmica. Elementos de relatividade geral, evocados nessa pesquisa escolar, não são mencionados explicitamente nas Unidades Temáticas da BNCC.

De modo geral, esses achados empíricos confirmam resultados de estudos anteriores (Hartmann & Zimmermann, 2009; Francisco & Santos, 2014), de que os projetos de investigação contemplam algum nível de interdisciplinaridade, configurando-se como possibilidades curriculares e metodológicas para que práticas interdisciplinares se concretizem e avancem nas escolas. No entanto, precisam ser analisados com cautela, pois não necessariamente indicam mudanças mais profundas nas práticas escolares. Nesse sentido, Hartmann & Zimmermann (2009) identificaram que a maioria dos projetos de pesquisa envolvendo feiras de ciências ocorriam em horários extraclasse.

No conjunto de conteúdos alinhados à "Astronomia e Cultura", é possível inferir que há interdisciplinaridade interna à própria categoria, na medida em que os saberes de diferentes povos, culturas e épocas são e foram essenciais para a evolução da Astronomia e demarcam a natureza cultural e sócio-histórica da ciência e do conhecimento. Essa percepção converge com as reflexões e abordagens inter e transdisciplinares desenvolvidas por Jafelice e colaboradores (2010). No caso dos trabalhos T12 (EM), T13, T14, T15 (EF) essa abordagem foi contemplada por meio

pesquisa de campo com diferentes públicos e pelo resgate de diferentes perspectivas culturais.

Os autores do trabalho T12, *Mitos e Verdades da Astronomia*, entrevistaram estudantes de Ensino Médio de sua escola, diferenciando entre mitos e verdades científicas e propondo oficinas práticas nesse nível de Ensino. Com abordagem similar, o trabalho T13 fez pesquisa de opinião, concluindo que “as análises feitas até o momento permitem afirmar que 73% das pessoas entrevistadas não sabiam responder o que são estrelas” e propondo algumas ações de intervenção informativas na comunidade escolar (Heberle et al., 2017). A pesquisa relatada em T14 (*Origem e desenvolvimento do Universo*) ouviu estudantes de Anos Finais da escola dos pesquisadores sobre as diferentes teorias a respeito da formação/criação do Universo, oportunizando debates sobre as interfaces entre culturas e ciência. A pesquisa nominada “*clube de Astronomia Desbravadores do Universo*” (T15), além de integrar aspectos de diferentes conjuntos de conteúdo - Astronomia Observacional e instrumentos ópticos, promove aproximações com aspectos culturais, por meio da realização de encontros de observação do céu e narrativas de histórias e mitos de diferentes culturas associados aos planetas ou constelações (Gil et al. 2018).

Prosseguindo em uma reflexão sobre práticas multi ou interdisciplinares na escola, percebe-se que a BNCC-EM faz um esforço em incluir e enfatizar as temáticas de Astronomia e as correlações possíveis com as demais disciplinas que compõem a área. Não é intenção deste trabalho analisar a pertinência pedagógica e epistemológica dessa proposta, mas sabemos que quaisquer movimentos de mudanças e inovações mais profundas, na direção de currículos praticados mais coerentes com o que é defendido na comunidade científica de Educação em Astronomia, exigiria esforços coordenados e políticas públicas de apoio e qualificação docente em processos contínuos e conectados com as necessidades formativas docentes.

Por fim, arrematando essa reflexão, é preciso situar nosso posicionamento teórico sobre a interdisciplinaridade. Entende-se que há diferentes níveis possíveis de integração entre diferentes disciplinas - multi/pluri, inter ou transdisciplinaridade (Santomé, 1998; Japiassú, 1976). Ainda que discursos teórico-práticos contrários à interdisciplinaridade afirmem que o ensino das disciplinas se tornaria ainda mais superficial ou ineficiente, ameaçando as ciências escolares de extinção (Japiassú, 1976), é fundamental demarcar que ela pressupõe a existência das disciplinas, mas exige que ocorram interações e cooperações mútuas que permitam superar a fragmentação do saber:

Se educadores e pesquisadores ainda estão mal preparados para superar a pedagogia da dissociação do saber, é porque não se dão conta – de todo aprofundamento especializado, longe de conduzir a um fracionamento do saber, favorece a descoberta de múltiplas interconexões; o esfacelamento das disciplinas será explicado, em boa medida, pelos preconceitos da mentalidade positivista [...] (Japiassú, 1976, p. 34).

Em uma abordagem histórica da interdisciplinaridade, Santomé (1998) afirma que “a desqualificação e atomização de tarefas no âmbito da produção também foi reproduzida no interior dos sistemas educacionais”. No entanto, as mudanças nas relações em nível global, em que se acentuam a intercomunicação e interdependência da economia dos países, bem como a emergência de novos campos de saber que extrapolam as fronteiras disciplinares das ciências tradicionais, passam a exigir outro

paradigma que seja capaz de abordar e resolver, transversal e sistemicamente, problemas de natureza complexa que a ciência moderna pulverizada em disciplinas estanques é incapaz de resolver (Japiassú 1976).

A Astronomia, desde seus primórdios, até os dias atuais, é rica em exemplos da interdependência e interconexão entre conhecimentos e saberes que permitiram sua evolução como ciência interdisciplinar. Um dos desafios para o Ensino de Astronomia é (re)conquistar, na cultura escolar, espaços para a abordagem dessa ciência, em permanente diálogo com outras ciências que compõem os currículos.

6 Conclusões

Participar de projetos de investigação escolar que culminam, ou não, com participações em feiras de ciências - configura-se como iniciativa que pode catalisar outros modos de conceber, organizar e desenvolver práticas e conhecimentos escolares e, ao mesmo tempo, aprimorar e elevar o nível da educação científica dos estudantes que empreendem essas investigações. No caso específico do Ensino de Astronomia, parece plausível inferir que o trabalho com projetos de pesquisa em nível escolar abre espaço para explorar curiosidades dos estudantes sobre diferentes temáticas dessa ciência, o que nem sempre ocorre nas práticas escolares.

A análise realizada permite tecer algumas considerações. A primeira é que o volume de trabalhos que envolvem Astronomia ainda é tímido quando comparado ao total de trabalhos apresentados em nove edições de feira. De 595 pesquisas ao longo de nove anos, apenas 16 versam sobre temas de Astronomia, o que representa 2,7% do montante de trabalhos. Vários motivos podem estar associados a essa constatação. No entanto, o que nos parece mais significativo é que parece não haver uma influência das diretrizes curriculares nesse processo. Como as próprias motivações anunciadas em alguns trabalhos evidenciam, o gosto pela temática parece ser o elemento principal nessas escolhas. A falta de tradição do estado do RS em fomentar o ensino dessa ciência, no âmbito estadual, também poderia explicar essa baixa incidência, porque conteúdos com pouca visibilidade nos currículos e práticas tendem a ser menos explorados em projetos de investigação escolares, quando eles ocorrem.

Do ponto de vista de currículos, a análise revelou que as temáticas investigadas em boa medida incluem, contemplam ou até extrapolam conteúdos e conhecimentos considerados como essenciais no campo da Educação em Astronomia e contemplados em alguma medida na BNCC. Oito trabalhos analisados envolvem mais de um conjunto de conteúdo, conforme sistematizado no Quadro 2, o que corrobora com reflexões teóricas prévias de que projetos de investigação extrapolam habilidades e conteúdos habitualmente trabalhados nas salas de aula e contribuem para a educação científica dos estudantes (Maldaner & Zanon, 2004; Hartmann & Zimmermann, 2009; Francisco & Santos, 2014; Gallon et al., 2019; Gewehr et al., 2020, entre outros).

No que diz respeito a abordagens interdisciplinares, foi possível perceber evidências de algum nível de integração ou cooperação entre diferentes ciências em vários trabalhos analisados. Dois fatores principais podem ser evocados para explicar esse resultado. Um deles é a natureza interdisciplinar marcadamente associada aos discursos e justificações relativas à Astronomia, aspecto corroborado na análise

documental dos resumos. Outro fator que poderia justificar essa característica é a abordagem metodológica dos trabalhos. A concepção e o trabalho com projetos de pesquisa em nível escolar tendem a deslocar o foco dos conteúdos disciplinares para objetos ou situações de estudo que extrapolam a formação disciplinar (Maldaner & Zanon, 2004; Hartmann & Zimmermann, 2009; Gonzatti et al., 2017) e que, portanto, exigem algum nível de integração de conceitos de áreas distintas para construir conclusões e analisar resultados em torno dos problemas investigados.

Ademais, cabe ressaltar o silenciamento da BNCC quanto às abordagens e práticas interdisciplinares. Embora esse documento encontre inspiração nos pressupostos do ensino por investigação, como demonstrado por Sasseron (2018) e inclua saberes de Astronomia considerados essenciais no âmbito do Ensino de Astronomia na Educação Básica, ele é omissivo em apontar caminhos, aos docentes, em como realizar a integração horizontal das temáticas (intra ou inter-áreas) ou em como garantir a complexificação dessas temáticas ao longo da escolarização. Concordando com Sasseron (2018), é possível supor que os docentes elaborem suas próprias estratégias e que parte dessas lacunas possam estar sendo superadas por meio das práticas docentes e dos currículos praticados. No que concerne a abordagens interdisciplinares para o Ensino de Astronomia, os trabalhos como o de Jafelice (2010), Brito & Massoni (2019); Longhini et al., (2016) e Cordani (2009) são especialmente inspiradores, pois trazem sugestões de práticas e conceitos sob uma perspectiva sistêmica e integradora, configurando-se como excelentes materiais de apoio à prática e à formação docentes.

Na confluência dessas considerações, pode-se afirmar que as feiras de ciências têm atendido com êxito aos múltiplos papéis que lhes são atribuídos. No contexto desse trabalho, não é exagero afirmar que esses espaços parecem seguir sendo “oásis” onde estudantes e professores experimentam novas experiências de pesquisa, de iniciação científica e de aprendizagem e onde encontram lastro para extrapolar e pesquisar temáticas historicamente negligenciadas nos currículos escolares brasileiros.

Referências

Alves, P. T. de A., & Silva, S. A. (2020). National Common Curricular Base - BNCC: state of the art of research produced in graduate programs in Brazil in the years 2018 and 2019 disclosed in the Digital Library of Theses and Dissertations. *Research, Society and Development*, 9(4). Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://doi.org/10.33448/rsd-v9i4.2902>

Barcelos, N. N. S. et al. (2010). Quando o cotidiano pede espaço na escola, o projeto da feira de Ciências "Vida em Sociedade" se concretiza. *Ciência & Educação (Bauru)*, 16(1), 215-233. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.scielo.br/pdf/ciedu/v16n1/v16n1a13.pdf

Brasil. Ministério da Educação. (1997). *Parâmetros curriculares nacionais: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Recuperado em 10 mar., 2021, de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro01.pdf>

Brasil. Ministério da Educação. (1998). *Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental: introdução aos parâmetros curriculares nacionais*. Recuperado em 10 mar., 2021, de <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/introducao.pdf>

Brasil. Ministério da Educação. (2017). *Base Nacional Comum Curricular para a Educação Básica*. Recuperado em 10 mar., 2021, de <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>

Brito, A. A., & Massoni, N. T. (2019). *Astrofísica para a educação básica: a origem dos elementos químicos no universo*. Curitiba: Appris.

Bundrisch, I. C. et al. (2012). Movimentos da Terra e da Lua: observando fenômenos. Anais da II Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/56/pdf_56.pdf

Cordani, L. (org.) (2009). Ensino de Astronomia: ação conjunta de observação do equinócio de março. *Cadernos SBPC*, 31. Recuperado em 10 mai., 2020, de www.sbpcnet.org.br/site/publicacoes/outraspublicacoes/caderno_digital/caderno_31.pdf

Flôr, C. C. C., & Trópia, G. (2018). Um olhar para o discurso da Base Nacional Comum Curricular em funcionamento na área de ciências da natureza. *Horizontes*, 36(1), 144-157. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/609>.

Francisco, W. & Santos, I. H. R. (2014). A feira de Ciências como um meio de divulgação científica e ambiente de aprendizagem para estudantes-visitantes. *Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. 7(13), p 96-110. Recuperado em 10 mar., 2021, de <http://177.66.14.82/handle/riuea/2970>

Franco, L. G., & Munford, D. (2018). Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. *Horizontes*, 36(1), 158-171. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>.

Gallon, M. S. et al. (2019). Feiras de Ciências: uma possibilidade à divulgação e comunicação científica no contexto da educação básica. *Revista Insignare Scientia-RIS*, 2(4), 180-197. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://periodicos.uffs.edu.br/index.php/RIS/article/view/11000>

Gama, L. D., & Henrique, A. B. (2010). Astronomia na sala de aula: por quê? *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (9), 7-15. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146>.

Gewehr, D. et al. (2020). Projetos de pesquisa e a relação com a metacognição: percepções de alunos pesquisadores sobre a própria aprendizagem. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, (22). Recuperado em 10 mar., 2021, de www.scielo.br/pdf/epec/v22/1983-2117-epec-22-e19937.pdf

- Gewehr, D., & Strohschoen, A. A. G. (2020). A pesquisa científica na evocação do pensamento metacognitivo em alunos pesquisadores. *Laplage Em Revista*, 6(Especial), 133-143. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://doi.org/10.24115/S2446-622020206Especial542p.133-143>
- Gil, K. H. F. et al. (2018). Clube de Astronomia desbravadoras do Universo: o céu (não) é o limite. *Anais da VIII Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/279/pdf_279.pdf
- Gonzatti, S. E. M. et al. (2013). Ensino de Astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (16), 27-43. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/181
- Gonzatti, S. E. M. et al. (2017). Análise de objetos de estudo escolares em uma Feira de Ciências:(possíveis) transgressões metodológicas e epistemológicas. *Anais do XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)*. Florianópolis, SC, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R0906-1.pdf
- Hartmann, A. M., & Zimmermann, E. (2009). Feira de ciências: a interdisciplinaridade e a contextualização em produções de estudantes de ensino médio. *Atas VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, 2009. Recuperado em 10 jan., 2017, de www.foco.fae.ufmg.br/pdfs/178.pdf
- Heberle, E. et al. (2017). Entendendo as Estrelas. *Anais da VII Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/251/pdf_251.pdf
- Immich, C. et al. (2014). O mundo das Estrelas. *Anais da IV Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/148/pdf_148.pdf
- Jafelice, L. C. (2010). *Astronomia, educação e cultura: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino*. Natal: EDUFRN
- Japiassú, H. (1976). *Interdisciplinaridade e patologia do saber*. [s.l.]: Imago
- Langhi, R. (2011). Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(2), 373-399. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2011v28n2p373/19323>

- Langhi, R., & Nardi, R. (2010). Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, 12(2), 205-224. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.scielo.br/pdf/epec/v12n2/1983-2117-epec-12-02-00205.pdf
- Langhi, R., & Nardi, R. (2012). *Educação em Astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escritoras editoras.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2014). Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 14(3), 41-59. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4292>
- Leite, C., & Hosoume, Y. (2007). Os professores de ciências e suas formas de pensar a astronomia. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (4), 47-68. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/99
- Lima Jr., J. G. S. et al. (2017). Uma reflexão sobre o ensino de Astronomia na perspectiva da Base Nacional Comum Curricular. *Scientia Plena*, 13(1). Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://scientiaplena.org.br/sp/article/view/3341/1645>
- Longhini, M.D. et al. (2016). *OLHE: Observatório Local do Horizonte da Escola*. Jundiá: Paco Editorial.
- Lüdke, M., André, M. (2011). *Pesquisa em educação: abordagens qualitativas* (13a ed). São Paulo: EPU.
- Maldaner, O., Zanon, L. B. (2004). Situação de estudo: uma organização do ensino que extrapola a formação disciplinar em Ciências. In R. Moraes e R. Mancuso (Org.). *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. (Cap. 2, pp. 43-64) Ijuí: Ed. Unijuí.
- Mancuso, R. (2000). Feiras de Ciências: produção estudantil, avaliação, consequências. *Contexto educativo: revista digital de investigación y nuevas tecnologías*, (6), 8. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1024170>
- Moraes, R. (2004). Ninguém se banha duas vezes no mesmo rio: currículos em processo permanente de superação. In R. Moraes e R. Mancuso. (Org.) *Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores*. (Cap. 1, pp. 15-41) Ijuí: Ed. Unijuí.
- Oliveira, A. C. et al. (2016). A Feira de Ciências como instrumento de desenvolvimento de competências dos estudantes no processo de ensino-aprendizagem. *Anais do Encontro Nacional De Ensino De Química*, Florianópolis SC, Brasil, 18. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1683-2.pdf
- Santomé, J. T. (1998). *Globalização e interdisciplinaridade: o currículo integrado*. Porto Alegre: Artmed.

Santos, A. B. dos (2012). Feiras de ciência: um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. *Revista Ciência em Extensão*, 8(2), 155-166. Recuperado em 10 mar., 2021, de https://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/717

Sasseron, L. H. (2018). Ensino de ciências por investigação e o desenvolvimento de práticas: uma mirada para a base nacional comum curricular. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 1061-1085. Recuperado em 10 mar., 2021, de <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4833/3034>

Soares, C. T. W. et al. (2015). Buracos negros: afinal, eles existem?. *Anais da V Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/162/pdf_162.pdf

Spezzia, M. et al. (2012). Missão Espacial – O fantástico Sistema Solar. *Anais da II Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/56/pdf_56.pdf

Tonelli, L. G. G. et al. (2012a). Projeto Eratóstenes: calculando o raio e o diâmetro da Terra com a ajuda das sombras. *Anais da II Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/56/pdf_56.pdf

Tonelli, L. G. G., et al. (2011). A física dos foguetes. *Anais da I Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/1/pdf_1.pdf

Tonelli, L. G. G., et al. (2012b). Declinação magnética: hora solar e hora legal. *Anais da II Feira de Ciências Univates: descobrindo talentos para a pesquisa*. Lajeado, RS, Brasil. Recuperado em 10 mar., 2021, de www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/56/pdf_56.pdf

Artigo recebido em 22/04/2021.

Aceito em 15/06/2021.