



---

# **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**

---

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

**n. 33, 2022**

**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**

Marcos D. Longhini (FE/UFU)

Silvia Calbo Aroca (Colégio Planeta)

Sônia E. M. Gonzatti (CETEC/UNIVATES)

## **Assistente de Editoração**

Walison A. Oliveira (IFB)

## **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](http://www.relea.ufscar.br)

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /  
Universidade Federal de São Carlos. -  
n. 33, (2022). - São Carlos (SP): UFSCar, 2022.

Semestral.

Endereço eletrônico [www.relea.ufscar.br/](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 terceiro número.

Uma notícia importante para a difusão da RELEA é que teremos uma palestra convidada a ser apresentada na XLV Reunião Anual da Sociedade Astronômica Brasileira. Com o título: “RELEA: história, desenvolvimento, resultados e perspectivas”, será parte da sessão do dia 27 de setembro, terça-feira, às 14h30.

O VI Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (VI SNEA) está confirmado para ocorrer de 15 a 18 de novembro de 2022 de forma remota, por conta da Universidade Estadual Paulista (UNESP), na cidade de Bauru, SP.

Neste número contamos com cinco artigos:

*Modelos mentais sobre o céu das gerações Y e Z inferidas a partir de estudos na área*, de Mirianny Marques Moro e Paulo Henrique Azevedo Sobreira. Neste artigo, buscou-se verificar se a exposição precoce a um grande número de informações foi capaz de modificar os modelos mentais sobre o céu de estudantes das gerações Y e Z, considerando que estão cotidianamente em contato com tecnologias digitais e comunicação multimídia. Os resultados, analisados à luz da teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird e da teoria dos esquemas de ação de Piaget, demonstraram que não houve diferenças expressivas entre as representações mentais sobre o céu das gerações Y e Z.

*Sistema Solar: modelos mentais e partir da leitura de um livro infantil*, de Elizandra Freitas Moraes Borges, Paulo Henrique Azevedo Sobreira e José Pedro Machado Ribeiro. Este trabalho objetivou apresentar Modelos Mentais sobre o Sistema Solar elaborados por 23 estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública municipal antes e reelaborados após a leitura de um livro literário infantil: “O Sistema Solar na aula da professora Zulema”. Resultados indicaram que, após a leitura, ocorreram algumas mudanças nos conhecimentos dos estudantes, revelando que o livro literário pode influenciar a reelaboração de Modelos Mentais.

*Estímulo al pensamiento científico mediante ejercicios con espectroscopia estelar* (Estímulo ao pensamento científico mediante exercícios com espectroscopia estelar), de Olga Lucía Castiblanco Abril e Bryan Santiago López Fonseca. Este artigo teve como meta descobrir como estimular o pensamento científico de um grupo de visitantes de um observatório astronômico. Usou-se para isso um experimento caseiro e ilustrativo, em torno de conceitos básicos de espectroscopia estelar. Os resultados mostraram que foi possível iniciar os participantes no estudo de conceitos como dispersão, difração, átomo, espectro eletromagnético, classificação estelar, linhas de emissão e frequência. Além disso, a atividade os colocou como sujeitos ativos durante a maior parte do tempo da visita.

*Astrofotografia na escola como recurso didático de baixo custo*, de Lucas Ferreira e Danilo Arruda Furtado. O trabalho tem como foco apresentar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” e contribuir para o debate acerca do uso de astrofotografias como recurso didático. Isso se justifica face à chegada de novas tecnologias que permitem o compartilhamento de imagens,

entre elas, as dos astros. Somado a tal fato, o artigo vem na direção de suprir a falta de materiais direcionados ao ensino de Astronomia e de Ciências a partir de astrofotografias.

*O ensino de Astronomia em um curso de formação de professores: o caso da superfície marciana*, de Hualan Patrício Pacheco e Marli Lúcia Tonatto Zibetti. No artigo, é relatada uma experiência com licenciandos em Física, levando-os a buscar conhecimento acerca de questões relacionadas à superfície de Marte, utilizando-se de outras áreas do conhecimento, tais como a Geologia e a Física.

Mais informações sobre a Revista e instruções para autores constam do endereço: <[www.relea.ufscar.br](http://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 Astronomy Education (RELEA) reaches its thirty-third issue.

An important news for the dissemination of RELEA is that we will have an invited lecture to be presented at the XLV Annual Meeting of the Brazilian Astronomical Society. With the title: “RELEA: history, development, results and perspectives”, it will be part of the session of September 27, Tuesday, at 2:30 pm.

The VI National Astronomy Education Symposium (VI SNEA) is confirmed to take place from November 15 to 18, 2022 remotely, on behalf of the Universidade Estadual Paulista (UNESP), in the city of Bauru, SP.

In this issue we have five articles:

*Modelos mentais sobre o céu das gerações Y e Z inferidas a partir de estudos na área* (Mental models about the sky of Y and Z generations students inferred from studies in the area), by Mirianny Marques Moro and Paulo Henrique Azevedo Sobreira. In this article, the authors sought to verify whether early exposure to a large amount of information was able to modify the mental models of the sky of students of generations Y and Z, considering that they are in daily contact with digital technologies and multimedia communication. The results, analyzed in the light of Johnson-Laird's theory of mental models and Piaget's action schemes theory, showed that there were no significant differences between the mental representations of the sky of generations Y and Z.

*Sistema Solar: modelos mentais e partir da leitura de um livro infantil* (Solar System: mental models from the reading of a child's book), by Elizandra Freitas Moraes Borges, Paulo Henrique Azevedo Sobreira and José Pedro Machado Ribeiro. This work aimed to present Mental Models about the Solar System developed by 23 students of the 7th year of Elementary School of a municipal public school before and re-elaborated after reading a child's book: "The Solar System in the class of teacher Zulema". Results indicated that, after reading, there were some changes in the students' knowledge, revealing that the literary book can influence the re-elaboration of Mental Models.

*Estímulo el pensamiento científico mediante ejercicios con espectroscopia estelar* (Stimulation of scientific thought through exercises with stellar spectroscopy), by Olga Lucía Castiblanco Abril and Bryan Santiago López Fonseca. This article aimed to discover how to stimulate the scientific thinking of a group of visitors to an astronomical observatory. A homemade and illustrative experiment was used for this, about basic concepts of stellar spectroscopy. The results showed that it was possible to initiate the participants in the study of concepts such as dispersion, diffraction, atom, electromagnetic spectrum, stellar classification, emission lines and frequency. In addition, the activity placed them as active subjects for most of the time of the visit.

*Astrofotografia na escola como recurso didático de baixo custo* (Astrophotography in school as a low-cost didactic resource), by Lucas Ferreira and Danilo Arruda Furtado. The work focuses on presenting the didactic resource “*Astrofotography at school: A quick guide to astrophotography for teachers and students*” and contributes to the debate about the use of astrophotography as a teaching resource. This is justified by the arrival of new technologies

that allow the sharing of images, including those of the stars. Added to this fact, the article comes to supply the lack of materials directed to the teaching of Astronomy and Science from astrophotographs.

*O ensino de Astronomia em um curso de formação de professores: o caso da superfície marciana* (The teaching of Astronomy in a teacher training course: the case of the Martian surface), by Hualan Patrício Pacheco and Marli Lúcia Tonatto Zibetti. In the article, an experience with undergraduates in Physics is reported, leading them to seek knowledge about issues related to the surface of Mars with the use of other areas of knowledge, such as Geology and Physics.

More information about the Journal and instructions for authors can be found at: <[www.relea.ufscar.br](http://www.relea.ufscar.br)>. Articles may be written in Portuguese, Spanish or English.

We thank Mr. Walison Aparecido de Oliveira and Mr. Gustavo Ferreira de Amaral for the editing of the articles, the Associate Editors, the authors, the referees and all those who, directly or indirectly, helped 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 tercer número.

Una noticia importante para la difusión de la RELEA es que tendremos una conferencia invitada a ser presentada en la XLV Reunión Anual de la Sociedad Astronómica Brasileña. Con el título: “RELEA: historia, desarrollo, resultados y perspectivas”, será parte de la sesión del martes 27 de septiembre a las 14:30 horas.

El VI Simposio Nacional de Educación en Astronomía (VI SNEA) está confirmado para realizarse del 15 al 18 de noviembre de 2022, a distancia, por cuenta de la Universidade Estadual Paulista (UNESP), en la ciudad de Bauru, SP.

En este número tenemos cinco artículos:

Modelos mentais sobre o céu das gerações Y e Z inferidas a partir de estudos na área (Modelos mentales acerca del cielo de las generaciones Y e Z inferidos de estudios en el área), por Mirianny Marques Moro y Paulo Henrique Azevedo Sobreira. En este artículo los autores buscan verificar si la exposición temprana a una gran cantidad de información fue capaz de modificar los modelos mentales del cielo de los estudiantes de las generaciones Y y Z, considerando que están en contacto diario con las tecnologías digitales y la comunicación multimedia. Los resultados, analizados a la luz de la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y la teoría de los esquemas de acción de Piaget, mostraron que no existían diferencias significativas entre las representaciones mentales del cielo de las generaciones Y y Z.

Sistema Solar: modelos mentais e partir da leitura de um livro infantil (Sistema Solar: modelos mentales a partir de la lectura de un libro infantil), de Elizandra Freitas Moraes Borges, Paulo Henrique Azevedo Sobreira y José Pedro Machado Ribeiro. Este trabajo tuvo como objetivo presentar Modelos Mentales sobre el Sistema Solar desarrollados por 23 alumnos del 7° año de la Enseñanza Básica de una escuela pública municipal antes y reelaborados luego de la lectura de un libro infantil: “El Sistema Solar en la clase de la profesora Zulema”. Los resultados indicaron que, después de la lectura, hubo algunos cambios en el conocimiento de los estudiantes, revelando que el libro literario puede influir en la reelaboración de los Modelos Mentales.

Estímulo el pensamiento científico mediante ejercicios con espectroscopia estelar, de Olga Lucía Castiblanco Abril y Bryan Santiago López Fonseca. Este artículo tuvo como objetivo descubrir cómo estimular el pensamiento científico de un grupo de visitantes de un observatorio astronómico. Para ello se utilizó un experimento casero ilustrativo, en torno a conceptos básicos de espectroscopia estelar. Los resultados mostraron que fue posible iniciar a los participantes en el estudio de conceptos como dispersión, difracción, átomo, espectro electromagnético, clasificación estelar, líneas de emisión y frecuencia. Además, la actividad los situó como sujetos activos durante la mayor parte del tiempo de la visita.

Astrofotografía na escola como recurso didático de baixo custo (Astrofotografía en la escuela como recurso didático de bajo costo), por Lucas Ferreira y Danilo Arruda Furtado. El trabajo se centra en presentar el recurso didático “*Astrofotografía en la escuela: Una guía rápida de astrofotografía para profesores y alumnos*” y contribuir al debate sobre el uso de la

astrofotografía como recurso didáctico. Esto se justifica con la llegada de nuevas tecnologías que permiten compartir imágenes, inclusive las de las estrellas. Sumado a este hecho, el artículo va en la dirección de suplir la falta de materiales dirigidos a la enseñanza de la Astronomía y las Ciencias a partir de astrofotografías.

*O ensino de Astronomia em um curso de formação de professores: o caso da superfície marciana* (La enseñanza de la Astronomía en un curso de formación de profesores: el caso de la superficie marciana), de Hualan Patricio Pacheco y Marli Lúcia Tonatto Zibetti. En el artículo se relata una experiencia con estudiantes de graduación en Física, llevándolos a buscar conocimientos sobre cuestiones relacionadas con la superficie de Marte, utilizando otras áreas del conocimiento tales como la Geología y la Física.

Más información sobre la Revista e instrucciones para autores se encuentran en el site: <[www.relea.ufscar.br](http://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. MODELOS MENTAIS SOBRE O CÉU DAS GERAÇÕES Y E Z INFERIDAS A PARTIR DE ESTUDOS NA ÁREA**

*Mirianny Marques Moro / Paulo Henrique Azevedo Sobreira* \_\_\_\_\_ 7

**2. SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTAIS A PARTIR DA LEITURA DE UM LIVRO INFANTIL**

*Elizandra Freitas Moraes Borges / Paulo Henrique Azevedo Sobreira / José Pedro Machado Ribeiro* \_\_\_\_\_ 21

**3. ESTÍMULO AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EJERCICIOS CON ESPECTROSCOPIA ESTELAR**

***ESTÍMULO AO PENSAMENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EXERCÍCIOS COM ESPECTROSCOPIA ESTELAR***

*Olga Lucía Castiblanco Abril / Bryan Santiago López Fonseca* \_\_\_\_\_ 51

**4. ASTROFOTOGRAFIA NA ESCOLA COMO RECURSO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO**

*Lucas Ferreira / Danilo Arruda Furtado* \_\_\_\_\_ 73

**5. O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA**

*Hualan Patrício Pacheco / Marli Lúcia Tonatto Zibetti* \_\_\_\_\_ 107

**CONTENTS**

- 1. MODELOS MENTAIS SOBRE O CÉU DAS GERAÇÕES Y E Z INFERIDAS A PARTIR DE ESTUDOS NA ÁREA**  
***MENTAL MODELS ABOUT THE SKY OF Y AND Z GENERATIONS STUDENTS INFERRED FROM STUDIES IN THE AREA***  
*Mirianny Marques Moro / Paulo Henrique Azevedo Sobreira* \_\_\_\_\_ 7
- 2. SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTAIS A PARTIR DA LEITURA DE UM LIVRO INFANTIL**  
***SOLAR SYSTEM: MENTAL MODELS FROM THE READING OF A CHILDREN'S BOOKS***  
*Elizandra Freitas Moraes Borges / Paulo Henrique Azevedo Sobreira / José Pedro Machado Ribeiro* \_\_\_\_\_ 21
- 3. ESTÍMULO AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EJERCICIOS CON ESPECTROSCOPIA ESTELAR**  
***STIMULATION OF SCIENTIFIC THOUGHT THROUGH EXERCISES WITH STELLAR SPECTROSCOPY***  
*Olga Lucía Castiblanco Abril / Bryan Santiago López Fonseca* \_\_\_\_\_ 51
- 4. ASTROFOTOGRAFIA NA ESCOLA COMO RECURSO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO**  
***ASTROPHOTOGRAPHY IN SCHOOL AS A LOW-COST DIDACTIC RESOURCE***  
*Lucas Ferreira / Danilo Arruda Furtado* \_\_\_\_\_ 73
- 5. O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA**  
***TEACHING ASTRONOMY IN A TEACHER TRAINING COURSE: THE CASE OF THE MARCIAN SURFACE***  
*Hualan Patrício Pacheco / Marli Lúcia Tonatto Zibetti* \_\_\_\_\_ 107

**SUMARIO**

**1. MODELOS MENTAIS SOBRE O CÉU DAS GERAÇÕES Y E Z INFERIDAS A PARTIR DE ESTUDOS NA ÁREA**

**MODELOS MENTALES ACERCA DEL CIELO DE LAS GENERACIONES Y E Z INFERIDOS DE ESTUDIOS EN EL ÁREA**

*Mirianny Marques Moro / Paulo Henrique Azevedo Sobreira* \_\_\_\_\_ 7

**2. SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTAIS A PARTIR DA LEITURA DE UM LIVRO INFANTIL**

**SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTALES A PARTIR DE LA LECTURA DE UN LIBRO INFANTIL**

*Elizandra Freitas Moraes Borges / Paulo Henrique Azevedo Sobreira / José Pedro Machado Ribeiro* \_\_\_\_\_ 21

**3. ESTÍMULO AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EJERCICIOS CON ESPECTROSCOPIA ESTELAR**

*Olga Lucía Castiblanco Abril / Bryan Santiago López Fonseca* \_\_\_\_\_ 51

**4. ASTROFOTOGRAFIA NA ESCOLA COMO RECURSO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO**

**ASTROFOTOGRAFÍA EN LA ESCUELA COMO RECURSO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO**



*Lucas Ferreira / Danilo Arruda Furtado* \_\_\_\_\_ 73

**5. O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA**

**LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN UN CURSO DE FORMACIÓN DOCENTE: EL CASO DE LA SUPERFICIE MARCIANA**

*Hualan Patrício Pacheco / Marli Lúcia Tonatto Zibetti* \_\_\_\_\_ 107

## MODELOS MENTAIS SOBRE O CÉU DAS GERAÇÕES Y E Z INFERIDAS A PARTIR DE ESTUDOS NA ÁREA

 *Mirianny Marques Moro*<sup>1</sup>  
 *Paulo Henrique Azevedo Sobreira*<sup>2</sup>

**Resumo:** A partir de 1980, aumentou a exposição das denominadas gerações Y e Z de estudantes, às tecnologias digitais e a comunicação multimídia na sociedade e nas escolas. Para verificar se a exposição precoce a um grande número de informações foi capaz de modificar os modelos mentais sobre o céu dessas gerações, usou-se como referência a tese de doutorado de Bisch (1998) e a dissertação de mestrado de Borges (2018), que trabalharam com essas gerações, cada qual em sua época. Se utilizou a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird e a teoria dos esquemas de ação de Piaget, que fundamentaram esses trabalhos consultados e estudados. Os resultados demonstraram que não houve diferenças expressivas entre as representações mentais sobre o céu das gerações Y e Z, e que os esquemas mentais de assimilação, acomodação e adaptação de Piaget, auxiliam o entendimento da construção mental do conhecimento de temas de Astronomia, uma vez que concebe que a criança possui um desenvolvimento evolutivo que limita essa construção. A teoria de Johnson-Laird é complementar, pois ela é eficiente para a inferência de modelos mentais, que são construídos pela percepção e pela imaginação dos eventos previsíveis, e ainda, podem ser revisados, pois são incompletos.

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia; Educação em Astronomia; Modelos Mentais; Gerações Y e Z; Céu.

## MODELOS MENTALES ACERCA DEL CIELO DE LAS GENERACIONES Y E Z INFERIDOS DE ESTUDIOS EN EL ÁREA

**Resumen:** Desde 1980, ha aumentado la exposición de las llamadas generaciones Y y Z de estudiantes a las tecnologías digitales y la comunicación multimedia en la sociedad y en las escuelas. Para comprobar si la exposición temprana a una gran cantidad de información fue capaz de modificar los modelos mentales del cielo de estas generaciones, se eligió la tesis Doctoral de Bisch (1998) y la tesis de Maestría de Borges (2018), que trabajaran con estas generaciones, cada una en su tiempo. Se utilizó la teoría de los modelos mentales de Johnson-Laird y la teoría de los esquemas de acción de Piaget, que sustentaron estos trabajos consultados y estudiados. Los resultados mostraron que no hubo diferencias expresivas entre las representaciones mentales sobre el cielo de las generaciones Y y Z, y que los esquemas mentales de asimilación, acomodación y adaptación de Piaget, ayudan a la comprensión de la construcción mental del conocimiento de los temas astronómicos, desde que se concibe que el niño tiene un desarrollo evolutivo que limita esta construcción. La teoría de Johnson-Laird es complementaria, ya que es eficiente para la inferencia de modelos mentales, que son construidos por la percepción e imaginación de eventos predecibles, y además puede ser revisada, ya que son incompletos.

**Palabras clave:** Enseñanza de la Astronomía; Educación em Astronomía; Modelos Mentales; Generaciones Y e Z; Cielo.

<sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Brasil. E-mail: miriannymarques@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Brasil. E-mail: sobreira@ufg.br.

## MENTAL MODELS ABOUT THE SKY OF Y AND Z GENERATIONS STUDENTS INFERRED FROM STUDIES IN THE AREA

**Abstract:** Since 1980, it has increased the exposure of the so-called Y and Z generations of students to digital technologies and multimedia communication in society and schools. To verify if exposure to a large number of informations was capable of modifying the mental models of the sky of these generations, Bisch's Doctoral thesis (1998) and Borges' Master's dissertation (2018) were chosen, who worked with these generations, each in their own time. Johnson-Laird's theory of mental models and Piaget's action schemes theory were used, which supported these consulted and studied works. The results showed that there were no expressive differences between the mental representations about the sky of generations Y and Z, and that Piaget's mental schemes of assimilation, accommodation and adaptation, help the understanding of the mental construction of knowledge of Astronomy topics, since it is conceived that the child has an evolutionary development that limits this construction. Johnson-Laird's theory is complementary, as it is efficient for the inference of mental models, which are constructed by the perception and imagination of predictable events, and can be also revised, as they are incomplete.

**Keywords:** Teaching of Astronomy; Astronomy Education; Mental Models; Y and Z generations; Sky.

### 1 Introdução

Nos últimos 30 a 40 anos, portanto a partir da década de 1980 houve significativas mudanças quanto à exposição das denominadas gerações Y e Z, de crianças e de adolescentes, às tecnologias digitais e a comunicação multimídia na sociedade e nas escolas.

A geração Y é representada pelos nascidos a partir de aproximadamente 1979 até 1995, esta é considerada a primeira geração a “crescer em um mundo de convergência tecnológica e de comunicação, convivendo com toda essa informação instantânea e infinitos meios de comunicação digital” (Teixeira, 2011, p. 4).

A geração Z é dos indivíduos nascidos entre cerca de 1998 a 2009, caracterizados por Kampf (2011), como uma geração já totalmente familiarizada com as últimas tecnologias digitais e que não encontraria dificuldade alguma em aprender a lidar com as novidades que aparecem praticamente todos os dias no mercado.

As gerações Y e Z desenvolveram concepções sobre o céu por influência da Educação Formal no ambiente escolar, assim como pela Educação Não Formal e Informal por origem sensorial, social (comunicação midiática, famílias e religião) e analógica (concepções análogas por modelos) segundo Pozo et al. (1991).

A partir da revisão bibliográfica em estudos sobre concepções e modelos mentais de estudantes, a respeito de temas de Astronomia, foram selecionadas a tese de doutorado de Bisch (1998) e a dissertação de mestrado de Borges (2018), que trabalharam em suas épocas, com o que se pode classificar como estudantes das gerações Y e Z, e nessas pesquisas foram reportadas as representações mentais discentes a partir de seus comportamentos e expressões orais e pictóricas. A partir da consulta a esses trabalhos surgiu a curiosidade em se saber se ao longo do tempo houve mudanças nos modelos mentais dos estudantes de gerações diferentes, ou seja, se a exposição midiática, escolar, cultural, social, familiar interferem ou não nas representações de temas de Astronomia.

## 2 Metodologia

Para a coleta e a análise de dados de Bisch (1998) e de Borges (2018), se utilizou as técnicas de Análise de Conteúdo e a Análise Documental de Bardin (2010).

A partir dos modelos mentais de Johnson-Laird (2010) e a teoria dos esquemas de ação, de Piaget (2009) se comparou os modelos mentais das pesquisas de Bisch (1998) e Borges (2018). Para isso, houve o cuidado de se analisar apenas modelos mentais com origens semelhantes, isto é, modelos mentais com relação aos temas de Astronomia de uma mesma faixa etária.

Outro fator que limitou a comparação que este trabalho se propôs a fazer foi o fato da pesquisa de Borges (2018) se limitar a crianças do 7º ano, com faixa etária entre 11 e 13 anos de idade.

Assim, apesar de trazer todas as concepções encontradas nos modelos mentais de Bisch (1998), que trabalhou com crianças de 6 a 14 anos de idade, este artigo se focou nos modelos mentais das seis crianças que se encontram na mesma faixa etária trabalhada por Borges (2018) – de 11 a 13 anos de idade.

No entanto, não se consideraram os diferentes currículos, pois apesar de Borges (2018) ter apoio nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) em sua pesquisa em Goiânia - GO, quando Bisch fez seus estudos, em 1996, os PCNs ainda não haviam sido implantados e, portanto, não se tem uma fonte segura se a Astronomia era trabalhada e como era trabalhada, não só em São Paulo - SP - local em que Bisch (1998) realizou sua pesquisa - como no Brasil todo.

Borges (2018), trabalhou com crianças que receberam uma educação pautada nos PCNs. Diante disso, supostamente as crianças que participaram da pesquisa estudaram Astronomia ao longo do Ensino Fundamental, a partir das orientações dos PCNs (Brasil, 1998a e b), no conteúdo de Terra e Universo, em Ciências Naturais, e em Geografia no Eixo 2 – o estudo da Natureza e sua importância para o homem (planeta Terra: a nave me que viajamos; circulação atmosférica e estações do ano).

Assim, o que se sabe é que as crianças dessa faixa etária (12 anos) deveriam estar na 6ª série do 1º grau, e cursando as disciplinas Comunicação em Língua Portuguesa, Língua Estrangeira (Inglês), Estudos Sociais, Matemática, Ciências, Educação Física, Educação Artística, Educação Moral e Cívica, Programas de Saúde e Ensino Religioso.

## 3 Memória, representações mentais e as pesquisas no Ensino de Astronomia

Ao se tratar de aprendizagem ou representações mentais torna-se imprescindível abordar sobre memória, isto porque ela é a responsável pela aquisição e pelo armazenamento de informações novas. É através dela que as novas informações são codificadas, armazenadas e/ou recuperadas.

### 3.1 Memória e representações mentais

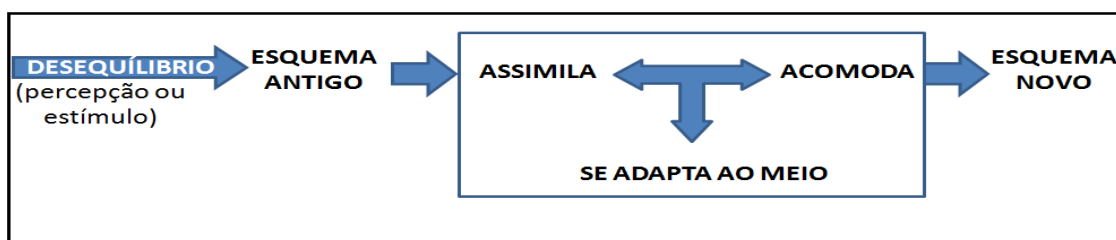
Ao receber uma informação o nosso cérebro a transforma num tipo de “representação”, que será armazenada de acordo com a sua importância, seja ela física ou sensorial. Essas representações serviram de base para as duas grandes teorias que embasaram as pesquisas de Bisch (1998) e Borges (2018) – a teoria dos modelos mentais de Johnson-Laird e a teoria dos esquemas de ação de Piaget.

#### 3.1.1 Os esquemas mentais de Piaget

Segundo Piaget (2009), a cognição humana é construída a partir da aquisição de esquemas básicos que se adaptam e se modificam com o desenvolvimento mental. Ele trabalha com dois conceitos principais: a “assimilação” e a “acomodação”.

Conforme os esquemas vão sendo adquiridos, o cérebro humano os assimila e os acomoda. Durante a acomodação, a pessoa muda seu esquema para acomodar novos estímulos, criando esquemas maiores e melhor elaborados, que é o que caracteriza o avanço da construção do conhecimento.

Outro conceito trabalhado por Piaget, que também está envolvido no processo descrito, é a “equilibração”, que ocorre quando a pessoa não assimila totalmente um estímulo. Quando ela não assimila adequadamente, o equilíbrio é rompido e o organismo ou a mente, desiste ou tenta modificar (acomoda) um esquema existente, caso contrário, cria-se um novo esquema de assimilação (Figura 1). Acomodações levam ao desenvolvimento cognitivo.



**Figura 1** - Síntese dos Esquemas Mentais de Piaget.

**Fonte:** Org. Moro (2019) adaptado de Piaget (2009).

Para Piaget, o desenvolvimento cognitivo possui três componentes: conteúdo, função e estrutura. A “função” é o modo como o sujeito assimila e acomoda as informações; ela é estável e não varia. Já o “conteúdo” e a “estrutura” variam de acordo com a idade, mas não são determinadas por ela. O “conteúdo” refere-se ao que o sujeito conhece - no caso, a memória. E as “estruturas” explicam alguns comportamentos, que são características de cada estágio de desenvolvimento. Os estágios de desenvolvimento estão relacionados à capacidade cognitiva do ser humano.

Piaget classifica esses estágios do desenvolvimento humano em quatro fases: sensório-motor, pré-operacional, operacional concreto e operacional formal.

A Fase Sensório-Motor vai do nascimento até mais ou menos os dois anos de idade. É nesta fase que a criança começa a desenvolver seus reflexos e a explorar a descoberta do mundo ao seu redor.

Na Fase Pré-Operacional, que ocorre entre os 2 e os 7 anos, a criança começa a desenvolver a linguagem e conseqüentemente, a simbologia, que envolve significados e significantes.

Na Fase Operacional Concreto, que vai entre os 7 e 11 anos de idade, a criança já começa a se desvincular da visão egocêntrica e consegue realizar algumas operações mentais.

E por fim, a Fase Operacional Formal, que acontece por volta dos 11 ou 12 anos de idade, que é quando a criança se torna capaz de lidar com questões abstratas.

### **3.1.2 Os modelos mentais de Johnson-Laird**

Apesar de a ideia sobre imagens internas e modelos científicos advirem do século XIX, quase 40 (quarenta) anos se passaram desde que Johnson-Laird divulgou ao mundo sua teoria de modelos mentais (1983), que segundo ele, tem origem moderna em Kenneth Craik, que em 1943 definiu que um modelo mental é uma representação dinâmica ou simulação do mundo. De lá pra cá, vários pesquisadores, das mais diversas áreas do conhecimento, começaram a pesquisar a forma como as pessoas concebiam e criavam seus modelos mentais para explicar ou compreender os diferentes tipos de fenômenos. Na Educação em Astronomia, não foi diferente, tal como se constata nos materiais das pesquisas dos autores escolhidos para este artigo.

Segundo Ahmed (2011), Johnson-Laird detalhava como as pessoas entendem a linguagem e já preconizava a teoria dos modelos mentais, sob o argumento de que os humanos criam representações mentais do que percebem.

Nessa perspectiva, em 1983, Johnson-Laird publicou sua teoria propondo que as pessoas raciocinam com modelos mentais. Integrando a Psicologia do Raciocínio com a Psicologia do Significado, o autor tenta explicar como situações reais ou imaginárias são representadas no cérebro.

De acordo com essa teoria, a percepção dos sentidos e a compreensão de tudo o que lhes aguçam os sentidos, produz um modelo mental. Criam-se analogias em relação aquilo que já se conhece, aquilo que está na memória.

Em entrevista a Ahmed (2011, p. 2), Johnson-Laird explica: “Quando as pessoas entendem uma sentença, é como se estivessem montando um programa de computador. Quando esse programa é executado, produz uma representação do significado dessa sentença”.

Para Johnson-Laird (2010), quando o ser humano raciocina, ele busca conclusões que são verdadeiras ou pelo menos prováveis, dadas as premissas. Isso porque, os modelos mentais tendem a eliminar o que considera falso ou refutável, a fim de se reduzir a carga que os modelos colocam na memória de trabalho. No entanto, também se procura por conclusões novas, parcimoniosas e que mantenham informações.

Modelos mentais são construídos a partir de cada possibilidade distinta, e para cada um deles se obtém uma nova conclusão, por isso quanto maior o número de modelos que os humanos têm para construir ou levar em conta para fazer uma inferência, maior será a probabilidade de se chegar a uma conclusão incorreta.



Entretanto, o fato de existir apenas um modelo mental de determinado conteúdo, não significa que ele seja correto, por exemplo, no raciocínio as intuições não utilizam a memória de trabalho, o que significa que gera apenas um único modelo e que não o pode alterar repetidamente, buscando alternativas para ele.

De acordo com Johnson-Laird (2010), os modelos mentais são construídos por inferências e entendimentos por quem os constrói e evoluem à medida que a pessoa vai revisando seu modelo mental anterior.

Diante disso surge, então, a seguinte questão: os avanços tecnológicos e a exposição precoce às tecnologias e a um grande número de informações poderiam ter evoluído ou modificado os modelos mentais sobre o céu, em crianças e adolescentes da geração Z em relação aos modelos mentais da geração Y anterior?

### **3.1.3 As divergências entre Johnson-Laird e Piaget**

Apesar de ambos os autores terem formulado teorias a respeito de representações mentais de inferência provisórias, no entanto, no que dizem respeito às estruturas cognitivas, ao armazenamento e à dinâmica essas teorias divergem.

Piaget (2009) entende que as estruturas cognitivas são fixas, estáveis e, guardam as representações mentais na memória de longo prazo, que podem ser acrescidas por assimilação ou diferenciadas por acomodação, fundindo e formando esquemas únicos, maiores e mais complexos.

Para Johnson-Laird (2010) essas estruturas cognitivas seriam variáveis, instáveis e armazenariam as representações mentais na memória de trabalho, fazendo com que pudessem ser substituídas ou aperfeiçoadas.

Para Piaget, os humanos construiriam uma lógica mental como resultado da experiência, mas essa lógica mental não seria afetada pelo conteúdo, pois possuiria regras de inferências da lógica formal.

Segundo Ahmed (2011, p. 1), Johnson-Laird concordou com Piaget ao declarar: “É claro que normalmente não estamos cientes de regras lógicas quando raciocinamos ou regras gramaticais enquanto falamos”, porém, seus testes de raciocínio dedutivo determinaram que, o conteúdo do raciocínio desempenha um papel importante na precisão da conclusão, pois “implicam que a mente não contém uma lógica composta por regras formais ou explícitas de inferência”.

Para Johnson-Laird (2010), o conteúdo afeta todos os aspectos do raciocínio: a interpretação das premissas, o processo em si, pois o conteúdo motiva uma busca por um contraexemplo, e a formulação das conclusões. Conclusões inacreditáveis também fazem com que se procure contraexemplos, o que permite que uma conclusão seja retirada para revisar.

## **4 A tese de doutorado de Bisch (1998)**

A pesquisa de Bisch (1998), denominada “Astronomia no Ensino Fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores”, investigou as

características do conhecimento de um grupo de alunos e de professores do Ensino Fundamental na cidade de São Paulo, entre os anos de 1995 e 1996.

Os resultados obtidos por Bisch (1998) seguiram as conclusões de artigos internacionais, oscilando entre concepções realistas ingênuas, isto é, fundadas no uso “ingênuo” de seus próprios sentidos e de sua percepção espontânea, assim como as concepções mais conceituais, aceitas cientificamente e adquiridas via transmissão cultural ou tradição familiar, religiosa e social.

Quanto à Lua, três formas foram inferidas: foice, disco e esférica. Algumas crianças acreditam que existe mais de uma Lua, pois confundem o número de fases da Lua, com o número de luas.

De um modo geral, a Lua foi concebida pela maioria como sendo branca e relacionada com o Sol de alguma forma, em um sentido complementar e/ou oposto. Alguns lembraram de suas crateras. E apenas duas crianças demonstraram ter a consciência de que a Lua era visível também durante o dia.

Quanto ao Sol, foram inferidas apenas duas concepções: disco ou esfera. Em ambas as concepções, o Sol se mostrou associado a raios e a cor amarela. Algumas crianças falaram ainda que ele é quente e possui fogo.

Quando questionados a respeito da sucessão dia e noite, a maioria explicou o fenômeno associando o Sol ao dia e a Lua à noite. Somente algumas crianças e adolescentes deram explicações relacionadas com a rotação da Terra.

Quanto à forma das estrelas, predominou amplamente a representação tradicional de estrela na forma de um objeto plano e com pontas. Apenas uma adolescente representou as estrelas de isopor através de pequenas esferas. As estrelas foram consideradas como pequenas, próximas ou na mesma distância que os demais astros do Sistema Solar.

Os dados a respeito do céu foram obtidos a partir dos desenhos, onde era pedido especificamente um desenho livre do céu. Ao escolher o objeto para representar a Terra, as crianças eram questionadas quanto à localização do céu e quanto a sua visibilidade à medida que simulavam uma viagem espacial.

As concepções a respeito da Terra e do céu em Bisch (1998) estão no quadro síntese (Figura 2).

Realismo Ingênuo	FORMA DA TERRA	FORMA DALUA	FORMA DO SOL	FORMA DAS ESTRELAS	CÉU	ESPAÇO	UNIVERSO
	Modelos Sintéticos ↓ Concepção científica	Terra Plana	Foize	Disco	Plana e com pontas	Céu plano	Espaço localizado
Terra Dupla		Céu semi-espaço					
Terra Oca		Disco	Céu calota			Espaço "esconderijo"	Universo em camadas
Terra Esférica Achatada		Esférica	Esférica	Céu "casca esférica"			
Terra Esférica				Esfera	Esferas	Céu espaço	Espaço continente

**Figura 2** - Relação entre as concepções inferidas e a natureza do conhecimento em Bisch.  
**Fonte:** Org. Moro, 2019 adaptado de Bisch (1998).

Em linhas gerais, as três primeiras concepções de céu, estão associadas a um ponto de vista topocêntrico e impregnadas pelas tendências realistas de direção vertical absoluta. E as outras duas são concepções mais conceituais, descentradas, que envolvem uma visão de como seria o céu visto do espaço exterior. A vertical não é mais absoluta.

Independente do modelo e a localização relativa ao céu, duas características realistas foram invariavelmente mencionadas: a cor azul e a ideia de que é o local onde aparecem o Sol, a Lua e as estrelas, mas não os planetas. Isso porque os planetas são associados, geralmente, ao espaço, pois assim como para os planetas, o espaço também é essencialmente conceitual.

Em Bisch (1998), a maioria das crianças que apresentam a concepção de um céu localizado na, sobre ou em torno da Terra, parecem fazer uma distinção nítida entre céu e espaço. Embora as entrevistas não incluíssem questões explícitas de espaço, ao longo das mesmas, conseguiram inferir três tipos de concepções de espaço, também relacionadas no quadro síntese (Figura 2).

A partir das concepções em Bisch (1998), constatou-se que as crianças mais jovens, como já era esperado, estavam fortemente ligadas a percepções realistas ingênuas. À medida que a idade avançava, ou seja, à medida que as crianças avançavam em seu estágio de desenvolvimento, esses modelos se misturavam com conceitos científicos adquiridos via transmissão cultural.

Os resultados obtidos por Bisch (1998) demonstram que a maioria das crianças entre 11 e 13 anos, apresentou a concepção de Universo em Camadas, todos com uma camada conceitual e uma realista, ou seja, possuem modelos mais próximos do conceitual. O que demonstra uma evolução em relação às crianças mais novas.

Ainda em relação a isso, Bisch (1998) verificou que apenas uma criança dessa faixa etária demonstrou possuir uma concepção mais realista de Universo, se encaixando no modelo "Terra embaixo, céu em cima". E mesmo a criança com a concepção de Universo mais conceitual, de um Universo Plano e céu do tipo Céu

Espaço, ela apresentou concepções realistas, com Lua falcada, porém com estrelas tradicionais (plana e com pontas).

## 5 A dissertação de mestrado de Borges (2018)

A dissertação de mestrado de Borges (2018), denominada “A literatura infantil no ensino da Astronomia: modelos mentais sobre Sistema Solar e Estrelas de estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental”, discutiu a eficiência dos livros literários no ensino de Astronomia em uma escola municipal na cidade de Goiânia em 2017.

Em sua pesquisa, Borges (2018) inferiu e analisou os modelos mentais de crianças do 7º ano antes e depois da leitura de livros infantis de Astronomia, através de desenhos e rodas de conversa. A partir de todo o material coletado, antes e depois, a pesquisadora obteve os modelos que comparou *a priori* e *a posteriori*.

Neste artigo foram utilizados apenas os modelos mentais *a priori* de Borges (2018).

Borges (2018) inferiu ao todo quatro modelos de Sistema Solar:

- Modelo 1 – todos os elementos encontram-se organizados em uma linha. O Sol sempre aparece em uma das extremidades da folha e os planetas alinhados no plano da Eclíptica. Há um cuidado com o ordenamento dos planetas, mas não com as distâncias em que se encontra dos demais elementos (fora de escala);
- Modelo 2, o Sol situa-se ao centro e os planetas são organizados em órbitas circulares ao redor dele. Também não há cuidado com as distâncias entre os elementos (fora de escala);
- Modelo 3, o Sol é representado em uma das extremidades da folha e os planetas de forma dispersa no restante da folha. Apesar de se respeitar o ordenamento dos planetas, os estudantes com este modelo, atentaram para o fato de que os planetas não são alinhados; e
- Modelo 4 trata-se de uma visão aproximada do Sistema Solar, representado normalmente por apenas um dos planetas (zoom da representação da imagem).

Quanto aos elementos que compõem o Sistema Solar, todos os estudantes apresentaram desenhos incompletos. Houve também a presença de elementos que fazem parte do Universo e não do Sistema Solar, como por exemplo, nebulosas.

Em relação às estrelas, Borges (2018) também inferiu quatro modelos:

- Modelo 1, denominado Estrela com pontas teve quatro representantes;
- Modelo 2, os estudantes fazem uma confusão entre o formato das estrelas. Há a representação de estrelas esféricas e de estrelas com pontas, geralmente interpretadas como sendo esféricas as mais próximas e com pontas, as mais distantes;
- Modelo 3 – Cores (monocrática e policromática) - foi inferido em três estudantes, e caracteriza-se pela presença de estrelas desenhadas com várias cores ou com apenas uma; e
- Modelo 4, também foi inferido em três estudantes. Denominado Estrela Cadente, neste modelo os estudantes confundem a ideia de meteoro com uma estrela que cai.

Embora não se apresentou neste artigo os modelos mentais a *posteriori* de Borges (2018), a pesquisadora concluiu que os modelos mentais dos estudantes após a leitura foram modificados, no entanto, essas mudanças não foram significativas para eliminar as concepções prévias existentes nas mentes dos estudantes.

## 6 Resultados e discussões

Os resultados obtidos por Bisch (1998) foram semelhantes ao encontrados nos artigos internacionais mencionados por ele, alguns inclusive de décadas anteriores, como é o caso do artigo de Nussbaum e Novak (1976), que trabalharam com crianças entre 7 e 8 anos, portanto da geração X<sup>3</sup>, ainda mais antiga (anterior) que as de Bisch (1998) e de Borges (2018).

Porém, quanto ao acesso às tecnologias, não houve muita diferença entre a infância da geração X (geração das crianças entrevistadas por Nussbaum e Novak) e a infância da geração Y (geração das crianças entrevistadas por Bisch, nascidos entre 1981 e 1997), como ocorreu entre as gerações Y e Z (geração Z das crianças entrevistadas por Borges, nascidos entre 1998 e 2009).

Diante disso é pertinente questionar se o avanço das informações científicas e do desenvolvimento das tecnologias, poderia ter contribuído na elaboração dos modelos mentais de crianças e de adolescentes destas duas gerações Y e Z?

Por hipótese, se esperaria que as compreensões das gerações Y e Z, a respeito do céu, fossem mais próximas aos modelos científicos oficiais. O que os estudantes trazem em suas mentes são resultantes das percepções acerca do meio em que vivem, ou seja, é uma das variáveis, que dá o suporte para a construção de um modelo mental. Portanto, a exposição ao conhecimento científico por meio das mídias poderia ter gerado estímulos diferentes que causassem a modificação desses modelos mentais.

Ao comparar os modelos mentais aqui expostos a respeito do céu da geração Z e os modelos mentais da geração Y, não se percebe alterações no padrão de concepções.

Se as percepções relativamente ao meio fossem suficientes para modificar os modelos mentais, estas crianças com acesso precoce a internet, aos meios de comunicação e a uma grande quantidade de informações, deveria apresentar modelos mentais com alguns indícios de mudanças em relação à(s) geração(ões) anterior(es), o que não foi constatado no presente artigo, e que, portanto, descarta a influência exclusiva da mídia nisso.

Portanto, pode-se dizer que, independentemente da geração, os elementos levantados por esta pesquisa sugerem que a exposição à tecnologia, entre as diferentes gerações não foi suficiente para melhorar a compreensão das crianças sobre o céu, pois a exposição dessas crianças das gerações Y e Z, a tais estímulos, não as provocaram para que mudassem seus modelos mentais.

Possivelmente, isso pode ser decorrente da falta de experiência observacional do céu pelos alunos. O que demonstra uma carência quanto à observação do céu e dos fenômenos astronômicos cotidianos.

---

<sup>3</sup> Geração X é o termo que se refere aos nascidos entre 1961 e 1980.

Isso corrobora a importância de se ter professores bem-preparados e que conheçam Astronomia para orientar os alunos quanto à observação do céu e o entendimento dos modelos científicos.

Normalmente no Ensino Fundamental, não se estimula a observação do céu, e ao ensinar assuntos astronômicos, tais como as estações do ano e os fusos horários, parte-se do pressuposto que os estudantes já sabem a forma e as relações entre a Terra, o céu, as estrelas, o Sol e a Lua.

Assim, o professor, enquanto mediador do processo de ensino e de aprendizagem, deve estimular o aluno a observar não só os fenômenos no céu, mas tudo o que acontece no ambiente, ao seu redor, buscando estabelecer relações entre as escalas dos fenômenos naturais.

Com base no trabalho de Bisch (1998), ficou claro que as crianças possuem um desenvolvimento cognitivo que altera seus modelos mentais com o passar da idade. Segundo os dados obtidos por Piaget, o pensamento infantil é dominante até a idade de cerca de 6-7 anos, passando esta idade, o pensamento infantil vai se transformando por formas mitigadas e sendo superadas somente após os 10-12 anos, na medida em que o próprio egocentrismo vai sendo suplantado pela sociabilização do pensamento.

Por isso é muito comum, encontrar crianças entre 11 e 13 anos, com concepções de Terra, Sol e Lua já praticamente conceituais, mas também, com outras concepções bem realistas ingênuas, como no caso das estrelas.

Tanto os resultados de Bisch (1998) quanto os resultados de Borges (2018), demonstraram que as crianças possuem certa dificuldade em se desvincular da ideia tradicional de estrelas, o que permite Bisch (1998, p. 50) a classificá-la como “o último baluarte do realismo ingênuo”.

Quanto ao conhecimento de natureza realista ingênuo, as coisas são exatamente tais como são percebidas. Assim, no caso da Astronomia, as pessoas com conhecimento de natureza realista ingênuo,

tenderá a representar para si o Universo exatamente como o percebe: a Terra é plana, o céu é uma camada ou abóbada azul que está sempre no alto, acima de nossas cabeças, a direção vertical é absoluta, única, válida para todo o Universo, o Sol e a Lua são discos luminosos, as estrelas são pequenas e com pontas, a Lua nos segue quando saímos a passear a noite etc. (Bisch 1998, p. 14).

Essa visão realista ingênuo ela é inerente a todo ser humano, e até alcançar um conhecimento racional, conceitual e comprovado cientificamente, a mente passa por um longo processo, de assimilação e modificação de suas representações mentais.

A divulgação de conceitos pelos meios de comunicação e do ensino formal são os principais responsáveis por impulsionar a transição de uma concepção para outra. Porém, as falhas dessa ação tornam tal conhecimento fragmentado, fazendo com que muitas pessoas reinterpretem esses conhecimentos de acordo com o senso comum ou trazendo “soluções” originais, muitas das vezes sincréticas e confusas, para eventuais problemas que elas não saibam explicar.

A esse tipo de conhecimento dá-se o nome de **conceitual fragmentado**, que pode ser identificado tanto nas crianças entrevistadas por Bisch (1998), quanto nas crianças que trabalharam com Borges (2018).

Pode-se dizer que “A tecnologia se desenvolve com uma velocidade muito superior à nossa capacidade de entendimento, aplicação e uso, e mais do que isso: a nossa capacidade de absorver e aproveitar plenamente dessa evolução” (Teixeira, 2011).

Aparentemente a tecnologia não contribuiu para modificar os modelos mentais sobre o céu das gerações Y e Z, pois, supostamente, faltaram experiências com a observação estimulada, orientada e sistemática de fenômenos celestes, e a consequente elaboração de modelos mentais baseados em conceitos científicos, ao longo de anos de Educação Formal.

Crianças da mesma idade, independente da geração que representam, possuem modelos mentais semelhantes, tal como constatado inicialmente por Bisch (1998, p. 5-6):

[...] discutiremos as convergências que existem entre os resultados obtidos por nós, na cidade de S. Paulo, e os apresentados nos trabalhos internacionais acima citados, realizados em países tão diversos como os Estados Unidos, Inglaterra, Israel e Nepal, bem como com algumas das conclusões de Piaget. (Bisch, 1998, p. 5-6).

Nussbaum e Novak (1976) e Nussbaum (1979), duas das publicações citadas na tese de Bisch, eles fizeram entrevistas estruturadas piagetianas, em países diferentes, em 1976 nos Estados Unidos e em 1979 em Jerusalém, Israel, e constataram as mesmas concepções/modelos mentais, mesmo em culturas e em situações socioeconômicas distintas, o mesmo vem sendo constatado em pesquisas em diferentes partes do Brasil, com modelos mentais e estudos específicos sobre a forma da Terra, como feito inicialmente por Nussbaum e Novak.

Apesar das diferenças entre as duas teorias de base para esta discussão (Piaget e Johnson-Laird) destaca-se o fato de que, Piaget apesar de considerar como fundamento básico para a aprendizagem a interação com o meio, admite que a capacidade mental humana possui uma evolução natural de assimilação dos esquemas, caracterizada pelos estágios do desenvolvimento, ou seja, crianças possuem uma limitação, elas só aprendem os fenômenos astronômicos para os quais elas estão preparadas para assimilar.

A teoria dos modelos mentais, de Johnson-Laird, apesar de poder ser considerada uma teoria construtivista, não pondera como fator principal, essa limitação mental que existe nos estágios iniciais da vida, concebe apenas que todos possuem modelos mentais e que a cada percepção ou informação esses modelos vão sendo substituídos e/ou aperfeiçoados.

## **7 Conclusões**

Parece que os esquemas mentais de assimilação, acomodação e adaptação de Piaget, ao abordar o desenvolvimento cognitivo das crianças, auxiliam o entendimento da construção mental do conhecimento de temas de Astronomia, uma vez que concebe que a criança possui um desenvolvimento evolutivo que limita essa construção. A teoria de Johnson-Laird é complementar, pois ela é eficiente para a inferência de modelos mentais, que são construídos pela percepção e pela imaginação, pela compreensão de

algo, são análogos estruturais do mundo e dos eventos previsíveis, e ainda, podem ser revisados, pois são incompletos.

Após a análise dos modelos mentais expostos com duas décadas de diferença, para a geração Y, na tese de doutorado de Bisch (1998) e para a geração Z, na dissertação de mestrado de Borges (2018), não houve a constatação de modificação relevante dos modelos mentais sobre o céu entre as gerações Y e Z, o que deixa claro que as tecnologias e as informações não aceleraram, neste caso, o processo cognitivo das crianças, o que concorda com a constatação anterior de Bisch (1998) ao também concluir que os resultados de sua tese de doutorado convergiam para o que se verificou em artigos publicados com experiências de modelos mentais sobre o céu em outros países.

## Agradecimentos

Agradecemos as valiosas contribuições e apontamentos das professoras Elizandra Freitas Moraes Borges e Lana Cavalcanti, que participaram do processo de avaliação desta pesquisa e ajudaram a fomentar a discussão em questão.

## Referências

Ahmed, F. (2011). Profile of Philip N. Johnson-Laird. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 108(50), 19862-19864. Recuperado em 3 fev., 2022, de [www.pnas.org/content/pnas/108/50/19862.full.pdf](http://www.pnas.org/content/pnas/108/50/19862.full.pdf)

Bardin, L. (2010). *Análise de Conteúdo*. (4a ed.). Lisboa: Edições 70.

Bisch, M. S. (1998). *Astronomia no ensino fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. (Tese de doutorado). Programa de Pós-Graduação em Educação, Universidade de São Paulo. Disponível em Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia – BDTA, UFSCar. Recuperado em 7 fev., 2022, de [www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/astronomia-no-ensino-fundamental-natureza-e-conteudo-do-conhecimento-de-estudantes-e-professores](http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/astronomia-no-ensino-fundamental-natureza-e-conteudo-do-conhecimento-de-estudantes-e-professores)

Borges, E. F. M. (2018). *A literatura infantil no ensino da Astronomia: modelos mentais sobre Sistema Solar e estrelas de estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental*. (Dissertação de Mestrado), Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Universidade Federal de Goiás. Disponível em Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia – BDTA, UFSCar. Recuperado em 7 fev., 2022, de [www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-literatura-infantil-no-ensino-da-astronomia-modelos-mentais-sobre-sistema-solar-e-estrelas-de-estudantes-do-7-ano-do-ensino-fundamental](http://www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/a-literatura-infantil-no-ensino-da-astronomia-modelos-mentais-sobre-sistema-solar-e-estrelas-de-estudantes-do-7-ano-do-ensino-fundamental)

Brasil. Ministério da Educação. (1998a). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Geografia*. Brasília: MEC.



Brasil. Ministério da Educação. (1998b). *Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais*. Brasília: MEC.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília: MEC. Recuperado em 7 fev., 2022, de <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br>

Johnson-Laird, P. N. (2010). Mental models and human reasoning. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 107(43), 18243-18250. Recuperado em 4 mar., 2019, de [www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2972923/](http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2972923/)

Kampf, C. (2011). A geração Z e o papel das tecnologias digitais na construção do pensamento. *ComCiência*, 131. Recuperado em 18 mai., 2019, de <http://comciencia.scielo.br/pdf/cci/n131/a04n131.pdf>

Moro, M. M. (2019). *Modelos mentais sobre o céu das gerações Y e Z inferidas a partir dos estudos de Bish (1998) e Borges (2018)*. 2019. 22 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Geografia) - Instituto de Estudos Socioambientais, Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

Nussbaum, J. & Novak, J. D. (1976). An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. *Science Education*, 60(4), 535-550.

Nussbaum, J. (1979). Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross age study. *Science Education*, 63(1), 83-93.

Piaget, J. (2009). *Teoria da aprendizagem na obra de Jean Piaget*. São Paulo: UNESP.

Pozo, J. A., Sanz, A., Gómez Crespo, M. A. & Limón, M. (1991). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia: una interpretación desde la psicología cognitiva. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(1), 83-94. Recuperado em 8 fev., 2022, de <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/51359>




Teixeira, C. H. (2011). Os Desafios da Educação para as novas gerações: entendendo a geração Y. *Revista Acadêmica Eletrônica Sumaré*, 5(1). Recuperado em 13 maio de 2019, de <http://revistaqualis.sumare.edu.br/index.php/revista/article/view/97>

---

Artigo recebido em 02/09/2019.

Aceito em 10/05/2022.

## SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTAIS A PARTIR DA LEITURA DE UM LIVRO INFANTIL

 Elizandra Freitas Moraes Borges <sup>1</sup>  
 Paulo Henrique Azevedo Sobreira <sup>2</sup>  
 José Pedro Machado Ribeiro <sup>3</sup>

**Resumo:** Os modelos do Sistema Solar que os estudantes trazem em suas mentes são incompletos e próprios de cada individualidade. Muitas pesquisas tratam de identificá-los e categorizá-los mostrando suas origens sensoriais, culturais e/ou escolares. O trabalho objetiva apresentar os Modelos Mentais (MMs) sobre o Sistema Solar elaborados por 23 estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal antes e reelaborados após a leitura de um livro literário infantil. A metodologia utilizada foi rodas de conversa e representações pictóricas dos estudantes antes e após a leitura do livro literário infantil “O Sistema Solar na aula da professora Zulema”. Partindo das informações obtidas *a priori* e *a posteriori*, construiu-se um quadro de modelos que variam segundo algumas peculiaridades; alguns mais simples e outros mais complexos apareceram num momento pós-leitura. Constatou-se que, após a leitura, ocorreram algumas mudanças sobre como os estudantes pensam a respeito da composição do Sistema Solar e da ordenação dos planetas. Os resultados mostram que o livro literário pode influenciar na reelaboração de MMs, oferecendo elementos (visuais e escritos) que colaboraram nessa construção, mas não pode ser considerado como fonte única para o aprendizado.

**Palavras-chave:** Modelo Mental; Sistema Solar; Livro Infantil.

## SISTEMA SOLAR: MODELOS MENTALES A PARTIR DE LA LECTURA DE UN LIBRO INFANTIL

**Resumen:** Los modelos del Sistema Solar que los estudiantes traen a su mente son incompletos y únicos para cada individuo. Numerosas investigaciones intentan identificarlos y categorizarlos mostrando su origen sensorial, cultural y/o escolar. El objetivo de este trabajo es presentar los Modelos Mentales (MMs) sobre el Sistema Solar desarrollados por 23 alumnos del 7º año de la enseñanza básica de una escuela pública municipal. La metodología utilizada fue círculos de conversación y representaciones pictóricas de los estudiantes antes y después de la lectura del libro infantil “El Sistema Solar en la Clase de la Profesora Zulema”. A partir de la información obtenida antes y después, se construyó un cuadro de modelos que varían según algunas peculiaridades; algunos más sencillos y algunos más complejos. Se encontró que, después de leer, hubo algunos cambios en la forma en la que los estudiantes piensan sobre la composición del Sistema Solar y el orden de los planetas. Los resultados muestran que el uso del libro puede influir en la reelaboración de los MMs, ofreciendo elementos (visuales y escritos) que colaboraron en esta construcción, pero que no pueden ser considerados como fuente única para el aprendizaje.

**Palabras clave:** Modelo Mental; Sistema Solar; Libro Infantil.

---

<sup>1</sup> Secretaria Municipal de Educação, Goiânia, Brasil. E-mail: [moraeseliz@gmail.com](mailto:moraeseliz@gmail.com).

<sup>2</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Brasil. E-mail: [sobreira@ufg.br](mailto:sobreira@ufg.br).

<sup>3</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia, Brasil. E-mail: [zepedro@ufg.br](mailto:zepedro@ufg.br).

## SOLAR SYSTEM: MENTAL MODELS FROM THE READING OF A CHILD'S BOOK

**Abstract:** The models of the Solar System that students bring to mind are incomplete and unique to each individual. Numerous investigations try to identify and categorize them showing their sensory, cultural, and/or school origin. The objective of this work is to present the Mental Models (MMs) about the Solar System developed by 23 students of the 7th grade of Junior High School of a municipal public school. The methodology used was conversation circles and pictorial representations of the students before and after reading the children's book "The Solar System in Professor Zulema's Class". From the information obtained before and after, a chart of models was built that vary according to some peculiarities; some simpler and some more complex. It was found that, after reading, there were some changes in the way students think about the composition of the Solar System and the order of the planets. The results show that the use of the book can influence the re-elaboration of the MMs, offering elements (visual and written) that collaborated in this construction, but that cannot be considered as the only source for learning.

**Keywords:** Mental Models; Solar System; Child's Book.

### 1 O Sistema Solar pela percepção dos estudantes

A percepção das pessoas sobre os fenômenos da natureza, e os consequentes modelos para interpretação, se dão de forma individual e, segundo (Pozo & Crespo, 2009, p. 89-95), eles podem ser de origem sensorial, cultural ou escolar ou podem também ser o agrupamento de duas ou mais delas. Essas influências são variadas nas diversas etapas do desenvolvimento humano. Portanto, considera-se que não há percepções totalmente concordantes com os modelos científicos. Há percepções e representações desejáveis do ponto de vista apresentado no ambiente escolar, portanto, científico.

É complexo analisar o tema Sistema Solar do ponto de vista sensorial ou cultural, por caracterizar-se essencialmente de origem científica, portanto, escolar. Dado que é um modelo não observável a olho nu, fica impossível sua representação em escala de distância dos planetas e volume ao mesmo tempo.

É comum que no ambiente escolar o Sistema Solar seja representado pelo Sol e pelos planetas, em escala de volume. A representação das distâncias entre o Sol e os planetas normalmente faz com que os planetas sejam representados por pontinhos, sem volume, e a distribuição deles em torno do Sol é sempre alinhada desde o mais próximo (Mercúrio) ao mais distante (Netuno).

Apesar da complexidade, o tema encontra-se proposto no documento curricular vigente do ensino fundamental, a Base Nacional Comum Curricular [BNCC] (Brasil, 2018). Temas como a composição, a estrutura e a localização do Sistema Solar são denominadas, na BNCC, objetos do conhecimento, pertencentes à unidade temática "Terra e Universo" presente no componente curricular Ciências, do 9º ano. Com eles, os estudantes poderão desenvolver as seguintes habilidades:

(EF09CI14) Descrever a composição e a estrutura do Sistema Solar (Sol, planetas rochosos, planetas gigantes gasosos e corpos menores), assim como a localização do Sistema Solar na nossa Galáxia (a Via Láctea) e dela no Universo (apenas uma galáxia dentre bilhões).

(EF09CI15) 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, 2018, p. 351).

No documento supracitado, o tema Sistema Solar é amplamente explorado pelos livros didáticos, em ilustrações diversas e na mídia de uma forma geral. Apesar disso, ainda se percebe a dificuldade que os estudantes possuem na compreensão da organização e composição do Sistema Solar.

Pozo e Crespo (2009) atribuem três origens possíveis às noções científicas dos estudantes: a sensorial, que são as concepções espontâneas, geralmente fundamentadas na observação; a induzida, pelos meios de comunicação, convívio familiar e escolar; e, analógica, por meio do uso didático de modelos que podem fomentar erros de conceito. Desta maneira, uma vez que os estudantes não têm uma rotina de experiência direta de visualização do Sistema Solar, suas percepções podem aproximar-se de qualquer uma das possíveis origens citadas pelos autores.

Calderón-Canales et al. (2013) corroboram com tais ideias ao afirmar que o Sistema Solar representado pelos estudantes são construídas a partir de uma perspectiva do espaço sideral. Os autores afirmam que essa perspectiva exige um alto nível de abstração, que não é facilmente alcançada, exigindo processos mentais bem complexos que são desenvolvidos em um longo tempo. Dessa forma, em seus resultados com crianças, concluem que é muito provável que o conhecimento deste tema provenha de professores, livros ou outros meios.

Normalmente o Sistema Solar é representado nas imagens dos livros didáticos, paradidáticos e nas imagens da internet de maneira artística, com os planetas organizados linearmente ou dispostos em órbita que circunscrevem o Sol. Não raro, observa-se nos desenhos e nas expressões verbais a influência exercida pela exposição dos estudantes às imagens sem escala e aos textos repletos de informações, que não contribuem para a construção do conhecimento a respeito do Sistema Solar. Portanto, os resultados aqui apresentados denotam essa forte influência.

Concorda-se com Bisch (1998) que a compreensão a respeito dos corpos celestes – estrelas, planetas, por exemplo, praticamente inexistente para os estudantes, uma vez que não possuem uma vivência real dos astros, por se encontrarem distantes. Apesar dessa limitação, alguns deles possuem noções conceituais, oferecidas na escola, a respeito desses objetos do céu. O autor defende que — “o céu é a nossa grande janela para o universo” (Bisch, 1998, p. 12), e, portanto, partindo desse ponto de vista, de uma visão topocêntrica, é que se tem a noção do que existe no céu. Mas essa captação é limitada, pela acuidade visual humana, que impossibilita uma percepção mais ampla. A noção dos corpos celestes para os estudantes é de caráter meramente conceitual, oriunda da influência da transmissão cultural que sofrem cotidianamente.

Assim sendo, se concorda com Lanciano (1989) que é muito difícil uma transposição de uma visão dos planetas para um observador terrestre (referencial topocêntrico), para a visão de um observador fora da Terra, ou seja, passar do modelo geocêntrico de Ptolomeu para o modelo heliocêntrico de Copérnico, de acordo com a autora mencionada.

Por exemplo, o astrônomo Tycho Brahe (1546-1601), que é considerado o último astrônomo que observava o céu a olho nu (antes do uso de telescópios), autor do modelo geo-heliocêntrico, interpretava suas observações, a partir da superfície da Terra. Ele posicionava todos os planetas, o Sol e a Lua orbitando em torno da Terra (geocentrismo), porém Mercúrio e Vênus girariam em torno do Sol (heliocentrismo), pois as observações ainda mostravam que esses planetas não se afastam muito do Sol no poente e no nascente.

Este modelo de Tycho Brahe, que é fortemente construído pela observação, não foi percebido em modelos mentais sobre o Sistema Solar pelos autores utilizados na revisão bibliográfica e que serão citados a seguir: Sharp e Kuerbis (2005); Chiras e Valanides (2008); Calderón-Canales, Flores-Camacho e Gallegos-Càzares (2013) e Silva et al. (2018).

Isso confirma a afirmação de Pozo e Crespo (2009), a respeito da influência da cultura e da escola nos modelos interpretativos, pois mesmo que as pessoas observem o Sol e os planetas no céu, ao longo de meses, elas interpretam os planetas girando em torno da Terra (geocentrismo) ou do Sol (heliocentrismo). Somente Mercúrio e Vênus poderiam ser observados após algumas semanas e, talvez, seriam interpretados girando em torno do Sol, porém não foram encontradas pesquisas que tratassem deste tipo de abordagem em ambiente escolar. Por essa razão, é preciso propostas de observação do céu mais corriqueiras no ensino da Astronomia nas escolas. A BNCC, embora restrita aos estudantes de 3º ano do ensino fundamental, já orienta essa prática.

(EF03CI07) Identificar características da Terra (como seu formato esférico, a presença de água, solo etc.), com base na observação, manipulação e comparação de diferentes formas de representação do planeta (mapas, globos, fotografias etc.).

(EF03CI08) Observar, identificar e registrar os períodos diários (dia e/ou noite) em que o Sol, demais estrelas, Lua e planetas estão visíveis no céu (BRASIL, 2018, p. 337).

Assim, o modelo científico aceito (heliocentrismo) é interpretado e representado em quase todas as ilustrações e animações midiáticas sobre o Sistema Solar, com os planetas em órbitas concêntricas em torno do Sol ou os planetas alinhados a partir do Sol, e o mesmo se dá em representações em escalas que utilizam os volumes ou as distâncias.

No Brasil, foi encontrada apenas uma pesquisa que apresenta a relação dos estudantes do ensino fundamental com o tema Sistema Solar. Silva et al. (2018) trazem três tipos de interpretação de estudantes de 4º ano do ensino fundamental a respeito do Sistema Solar. Primeiro, que eles verbalizam o entendimento do Sistema Solar como algo externo à sua realidade; segundo, que os modelos mentais são oriundos da leitura/ interpretação de mundo que fazem, portanto, denominado de híbrido; ou, terceiro, apoiado por Greca e Moreira (2000), que os modelos sofrem influência externa de um modelo conceitual. Porém os autores fazem uma discussão sobre MMs, mas não explicitam os modelos oriundos da pesquisa.

Outras pesquisas, como as de Sharp e Kuerbis (2005), definiram modelos mentais de crianças a respeito do Sistema Solar a partir do esquema conceitual de modelos mentais em astronomia propostos por Vosniadou (1991 e 1994). Eles investigaram o conhecimento de estudantes de 9 a 11 anos por meio de entrevista estruturada e representações pictóricas, identificando 9 modelos mentais do Sistema Solar, ordenando-os hierarquicamente do mais científico ao mais intuitivo, segundo sua forma. São eles:

- 1) Heliocêntrico (completo/correto);
- 2) Heliocêntrico (completo/incorrecto);
- 3) Heliocêntrico (incompleto/incorrecto);
- 4) Espiral (formato espiralado das órbitas);
- 5) Processional (Sol centrado);

- 6) Geocêntrico;
- 7) Processional (centrado na Terra);
- 8) Aleatório (movimentos irregulares dos planetas); e
- 9) Terra - Sol – Lua (únicos astros do SS).

Com base nos modelos categorizados, perceberam que reestruturação do conhecimento prévio geralmente é realizada de forma lenta e gradual, e que requer a reinterpretação de certas crenças que os estudantes constroem a partir de sua experiência cotidiana. Concluíram que a ideia a respeito do Sistema Solar é de caráter intuitivo e, que por meio de intervenção escolar, existe a possibilidade de mudanças em seus modelos.

Chiras e Valanides (2008) investigaram 40 estudantes do 4º ano e 40 estudantes do 6º ano, em entrevistas semiestruturadas sobre a causa e o ciclo dia e noite e elaboraram uma variedade de 18 modelos mentais para explicar o fenômeno. Eles são agrupados em 3 grandes modelos de SS: Modelo Pré-Geocêntrico com 4 modelos (Terra entre o Sol e a Lua, mas considerada plana, onde há apenas dia ou noite; Sol e Lua trocam de posição de forma instantânea), Modelo Geocêntrico com 8 modelos (6 desse oito modelos consideravam a Terra estacionária entre o Sol e a Lua e outros 2 modelos o Sol era considerado estacionário e a Terra girava em torno de seu eixo, enquanto a Lua auto luminosa estava estacionária ou orbitava em torno da Terra) e Modelo Heliocêntrico com 6 modelos (Sol colocado no centro do Sistema Solar, Terra esférica e com rotação). Porém neste modelo, os estudantes não conseguiram associar o ciclo dia/noite à rotação da Terra.

AUTORES	PÚBLICO	MODELOS MENTAIS DE SISTEMA SOLAR
Sharp e Kuerbis (2005)	Estudantes de 09 a 11 anos	MM 1 - Heliocêntrico (completo/correto); MM 2 - Heliocêntrico (completo/incorrecto); MM 3 - Heliocêntrico (incompleto/incorrecto); MM 4 - Espiral (formato espiralado das órbitas), MM 5 - Processional (Sol centrado); MM 6 - Geocêntrico; MM 7 - Processional (centrado na Terra); MM 8 - Aleatório (movimentos irregulares dos planetas); MM 9 - Terra - Sol – Lua (únicos astros do SS).
Chiras e Valanides (2008)	Estudantes do 4º e 6º ano do ensino fundamental	MM 1 - Pré-Geocêntrico (com 04 modelos do Ciclo Dia/Noite); MM 2 - Geocêntrico (com 08 modelos do Ciclo Dia/Noite); MM 3 - Heliocêntrico (com 0 modelos do Ciclo Dia/Noite).
Calderón-Canales, Flores-Camacho e Gallegos-Càzares (2013)	Estudantes de 06 a 12 anos do 1º ao 6º ano do ensino fundamental	MM 1 - sem estrutura definida para o SS; MM 2 - estrutura do SS sem movimentos; MM 3 - Sistema Sol-Terra-Lua; MM 4 - Sol-Terra-Lua com rotação; MM 5 - Sol-Terra-Lua com rotação com inclusão de asteroides e estrelas; MM6 - Sistema Solar com o Sol, a Terra, a Lua, os planetas alinhados.

**Quadro 1** - Síntese de MMs da Revisão de Literatura.

**Fonte:** Própria dos autores.

Calderón-Canales, Flores-Camacho e Gallegos-Càzares (2013) encontraram seis modelos mentais sobre a organização do Sistema Solar com 39 estudantes do ensino fundamental. Os modelos foram nomeados por: Modelo 1 (não definida uma estrutura para Sistema Solar; inclui Terra e Sol e Lua estáticos e longe); Modelo 2 (os estudantes conseguem definir o que é Sistema Solar, porém a Terra está no centro e não possui movimentos e Lua e Sol movimentos para cima e para baixo), Modelo 3 (os estudantes acreditam que no Sistema Solar existem apenas Sol, Lua e Terra, com rotação), Modelo 4 (Sistema Solar composto pelo Sol com movimento de rotação ou para cima e para baixo, a Lua, a Terra, com rotação e mais um planeta), Modelo 5 (Sistema Solar com o Sol, a Lua, a Terra e diferentes planetas. Também inclui algumas estrelas e asteroides), Modelo 6 (Sistema Solar com o Sol, a Terra, a Lua, os planetas e alguns outros elementos, como estrelas ou asteroides. O Sol disposto em uma extremidade com os planetas alinhados. A Terra possui movimento de revolução). Os resultados desse estudo mostram que os modelos mentais podem ser reelaborados quando os estudantes estão expostos às diversas informações escolares. Os autores concluem que as intervenções escolares podem ser positivas para a mudança dos modelos quando consideradas as concepções alternativas trazidas pelos estudantes.

As pesquisas supracitadas mostram a tendência em explicar as noções dos estudantes a respeito do tema, porém são escassas as pesquisas em Educação em Astronomia que propõem intervenções diretas para auxiliar na reelaboração e nas mudanças de tais modelos mentais.

Em Carli et al. (2019) encontrou-se uma proposta de uma intervenção utilizando a “metodologia de olhos fechados” de Statham (2016), mostrando que ela poderia melhorar o aprendizado ajudando as crianças a desenvolver e fortalecer ideias e conceitos científicos. Esse autor defende que técnicas/atividades de visualização podem apoiar e desenvolver um modelo não observável, como é o caso do Sistema Solar.

Desta forma, concorda-se com Pozo e Crespo (2009) por serem de diversas origens as concepções sobre o tema e, com Lanciano (1989), pela impossibilidade da visualização do Sistema Solar como um observador externo; sendo assim, a cognição humana vai elaborando modelos incompletos da realidade, produtos construídos pela percepção. Assim, justifica-se nesta pesquisa a utilização dos Modelos Mentais como referencial teórico.

## **2 Os Modelos Mentais e a leitura**

Para Johnson-Laird (1983), os Modelos Mentais (MMs) são compreendidos como blocos de construção cognitivos que podem ser organizados e reorganizados conforme a necessidade. Uma característica dos MMs é captar analogicamente a essência da situação ou objeto. São individuais para um mesmo sistema físico ou estado de coisas, portanto não únicos e flexíveis.

Johnson-Laird (2013) afirma que as mudanças cognitivas podem ter efeito duradouro nos processos cognitivos ou, simplesmente, produzirem resultados específicos em um tempo reduzido. Elas ocorrem devido a causas intrínsecas à mente, um pensamento ou percepção que induz uma emoção, por exemplo; e a causas extrínsecas, oriundas do ambiente, por exemplo, as situações de ensino.

A escassez de pesquisas na área de Educação em Astronomia do Brasil que relacionassem os temas Sistema Solar, literatura infantil e a mudança de Modelos Mentais provenientes da leitura de um livro literário, mostra a relevância desse estudo, uma vez que “para compreender um texto ele deve estar necessariamente representado de alguma forma na mente do leitor” (Lencastre & Pereira, 1990, p. 61). Dessa forma, entendendo que o leitor traz alguma informação em sua mente a respeito do que lerá, essa leitura, como agente externo, pode auxiliá-lo na reelaboração de seus modelos.

Nesse sentido, a presente pesquisa tem por objetivo entender se a leitura de um livro literário infantil proporcionou a reelaboração de Modelos Mentais dos estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal, em relação à compreensão do tema Sistema Solar. Para tanto, se propôs a leitura do livro literário “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” para uma turma de 7º ano do ensino fundamental, em razão dos estudantes pertencerem à faixa etária indicada para a leitura da obra.

A leitura é uma das importantes atividades básicas para a compreensão da realidade e apreensão do conhecimento. Nesse sentido, Lencastre e Pereira (1990) compreendem que o texto ou livro, em sua estrutura de ideias, impulsiona a construção de estruturas nas mentes dos leitores. Também afirmam que o texto por si só não estabelece sozinho essa estrutura. Ela depende dos conhecimentos anteriores (modelos) trazidos pelos leitores e pelos objetivos estabelecidos para as atividades de leitura.

Neste sentido se buscou uma obra da literatura infantil que pudesse trazer elementos que proporcionassem aos leitores uma mudança nos modelos de Sistema Solar após a leitura. Para isso, foi escolhida uma obra produzida por autores ligados à área da Educação em Astronomia, com a expectativa de minimizar erros conceituais e possibilitar informações diferenciadas e corretas aos estudantes sobre o Sistema Solar.

### **3 O Sistema Solar na aula da professora Zulema**

O livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” integra a “Coleção Explorando o Universo”, da Editora da Universidade Estadual de Londrina. A coleção foi elaborada pelo grupo GepAstro durante os anos de 2009 a 2012. O GepAstro é composto por docentes da área da astronomia, física, geografia, pedagogia e por profissionais da área do desenho. A referida obra foi escolhida (Figura 1) por tratar do tema em questão, por seus autores terem formação na área de Educação em Astronomia e por ser adequado à faixa etária do 7º ano.

O Sistema Solar apresentado no livro infantil representa o modelo conceitual de referência para se inferir a respeito da mudança ou não nos modelos apresentados *a priori*. Para Norman (1983), modelos conceituais são aqueles que são produzidos por professores, *designers*, cientistas ou engenheiros, sendo concebidos como ferramentas para a compreensão ou ensino de sistemas físicos.





**Figura 1** - Livro infantil “O Sistema Solar na aula da professora Zulema”.

**Fonte:** Romanzini et al. (2009).

A narrativa ocorre durante uma aula de Ciências, a respeito do tema Sistema Solar. A professora Zulema propõe uma discussão sobre o Sistema Solar, indicando que é formado por uma estrela central, o Sol, quando é interrompida pelo estudante Gabriel, que a interroga sobre a diferença entre um planeta e uma estrela. Essa pergunta motiva a professora a diferenciar esses dois componentes do Sistema Solar. Esse fato introduz os devaneios do estudante, que se vê vestido de astronauta percorrendo o Sistema Solar.

Na referida obra, o Sistema Solar é apresentado por um modelo conceitual (Quadro 1) segundo uma descrição heliocêntrica, trazendo os elementos pertencentes à sua composição geral (conjunto dos corpos celestes e poeira interplanetária). Os objetos do Sistema Solar são apresentados em ordem de distanciamento do Sol, do mais próximo para o mais distante, e a Nuvem de Oort. Descreve os planetas com suas características específicas: distância em relação ao Sol, classificação (rochosos ou gasosos), movimentos, satélites, superfície e temperatura.

No entanto, apesar da segurança para as informações corretas quanto ao texto, o mesmo não é garantido pelas ilustrações. Elas (Figura 1) não seguem nenhum rigor científico, pois não se respeitou escalas de volume e/ou distância e os planetas foram representados alinhados a partir do Sol ou distribuídos em uma pequena faixa de espaço de “um lado do Sol”. Nem as faces iluminadas ou escuras dos planetas (dia e noite) foram associadas à posição do Sol.

<b>MODELO DE SISTEMA SOLAR DO LIVRO LITERÁRIO</b>	
Localização	Via-Láctea;
Composição geral	Estrela central, o Sol; Conjunto de corpos celestes: planetas, planetas-anões, satélites naturais, asteroides, cometas e poeira interplanetária;
Estrutura do Sistema Solar	Heliocêntrico ou concêntrico;
Caracterização dos elementos que compõe o Sistema Solar	Planeta – classificação quanto a superfície (rochoso ou gasoso), temperatura, movimentos, disposição, distância em relação ao Sol. Presença de anéis; Sol – definição, formato e composição; Outros corpos: localização, composição e características predominantes.

**Quadro 2** - Modelo de Sistema Solar apresentado pelo livro “O Sistema Solar na aula da professora Zulema”.  
**Fonte:** Elaborado a partir de Romanzini et al. (2009).

Entende-se que a leitura tem fundamental contribuição à construção do conhecimento. As histórias também são representações mentais trazidas pelas mentes dos autores e podem, por conseguinte, sedimentar ou modificar modelos. Por essa razão, concorda-se com Lencastre e Pereira (1990) quando afirmam que o texto pode impulsionar a construção de estruturas na mente do leitor.

Essas estruturas, no entanto, só se consolidam com base nas concepções anteriores trazidas por cada um e na intenção que se dá ao ato de ler. Daí a importância de se reconhecer a Literatura para se ensinar Astronomia como uma possibilidade real, pois facilita o processamento da informação, propiciando uma melhor compreensão cognitiva.

Segundo Sackes, Trundle e Flevaris (2015), existe um consenso crescente entre os pesquisadores em Literatura Infantil de que livros ilustrados de ficção e não ficção podem ser utilizados como ferramentas para ensinar Ciências (Morrow et al., 1997; Saul & Dieckman, 2005; Monhardt & Monhardt, 2006).

Os livros infantis estimulam o desenvolvimento de conteúdos conceituais, procedimentais e atitudinais (Morrow et al., 1997; Zeece, 1999; Monhardt & Monhardt, 2006) e, quando bem-elaborados, não só fornecem o conhecimento dos conceitos de Astronomia, mas também despertam a curiosidade e o interesse das crianças para o conhecimento científico, oferecendo oportunidade para o desenvolvimento da criticidade.

Em se tratando de crianças, leitura e mudança de modelos mentais, vale destacar a importância da preocupação dos autores de livros infantis com as ilustrações que, carregadas de significação, podem interferir na construção dos modelos cientificamente corretos.

#### 4 Metodologia

A presente pesquisa possui caráter qualitativo por estar de acordo com as características que a determinam (Bogdan & Biklen, 1994). Nesse sentido, assume: o contato direto do pesquisador com o ambiente da pesquisa e com os sujeitos (o ambiente da escola e os estudantes); as informações obtidas ou dadas têm caráter descritivo (os desenhos, as expressões verbais e escritas dos estudantes); o significado das coisas tem importância (interessa saber como os estudantes elaboraram seus modelos e os reelaboraram, já que estão inseridos num contexto, e cada um, a seu modo, tem uma percepção do mundo e das pessoas); e a interpretação dos dados surgiu da percepção dos fatos a partir de um determinado contexto (procura-se interpretar as informações dado o contexto em que os estudantes estão inseridos).

Uma vez que o tema central desta investigação são os modelos mentais reelaborados pelos estudantes durante a leitura de um livro literário de Astronomia, a opção metodológica escolhida baseia-se na premissa de que “as representações mentais das pessoas podem ser inferidas (modeladas) a partir de seus comportamentos e verbalizações” (Moreira, 1996, p. 210). Concorde-se com Moreira (1996) que os estudantes nem sempre têm plena noção dos modelos mentais que trazem em suas mentes e, ainda, segundo Johnson-Laird (1983) e Norman (1983), os modelos que surgirem nem sempre serão claros, nítidos e elegantes. Por essa razão, as rodas de conversas e os desenhos são fontes de informações para a pesquisa.

A proposta da utilização do livro literário infantil sobre o Sistema Solar surgiu no sentido de agir como uma causa extrínseca, conforme afirma Johnson-Laird (2013), para impulsionar a tentativa de mudança cognitiva dos estudantes em relação a esse tema. Desta forma, tanto o texto, quanto as imagens do livro são elementos que devem ser considerados na análise dos dados por interferirem diretamente na representação do Sistema Solar num momento pós-leitura.

Para que a pesquisa fosse efetivada, estiveram envolvidos 24 estudantes do 7º ano do ensino fundamental de uma escola pública municipal. A justificativa para a escolha dessa turma se deu por ser uma das turmas onde uma das autoras ministra aulas de Matemática e Astronomia e pela faixa etária estabelecida pelos autores do livro literário infantil adotado. Os estudantes não foram identificados por seus nomes originais, a fim de resguardar suas identidades.

Esses procedimentos foram realizados mediante consentimento e autorização das partes a fim de que pudessem ser analisados os aspectos qualitativos tais como: a percepção dos estudantes por meio de suas explicações orais e escritas, a exposição de suas ideias e o envolvimento deles nas etapas da pesquisa. As gravações, posteriormente à transcrição e à apresentação dos resultados, foram eliminadas.

Para tanto, foram distribuídos 3 exemplares do livro, que foram adquiridos pela pesquisadora, para que as crianças, por meio de um sistema de rodízio, realizassem individualmente a leitura do livro em casa. Essa atividade foi realizada em aproximadamente 20 dias pelo grupo de estudantes em questão.

Optou-se coletar os dados por meio de desenhos e rodas de conversas, pois concorda-se que “os modelos mentais estão na cabeça das pessoas e a única maneira de investigá-los é, indiretamente, através daquilo que elas externalizam verbalmente, simbolicamente ou pictoricamente” (Moreira, 1996, p. 223). Esses registros foram

realizados antes e após a leitura do livro literário infantil “O Sistema Solar na aula da professora Zulema” para posterior triangulação desses dados.

Num primeiro momento, antes da leitura dos livros, explicou-se a proposta da pesquisa aos estudantes, que era entender se a leitura do livro “O Sistema Solar na aula da professora Zulema” proporcionaria a reelaboração dos Modelos Mentais que possuíam antes da leitura. Desta forma, foram disponibilizadas folhas de papel branco, tamanho A4, para que os estudantes desenhassem o que entendiam por Sistema Solar. Durante a realização da atividade, a professora pesquisadora fez uma explicação, em uma roda de conversa, solicitando que descrevessem seus desenhos. O objetivo era identificar quais modelos mentais do Sistema Solar eles verbalizavam a partir do que traziam em suas mentes antes da leitura do livro.

No segundo momento, após a leitura do livro literário infantil, a professora pesquisadora solicitou que novamente os estudantes fizessem desenhos sobre o que entendiam sobre o Sistema Solar. Da mesma forma, após a conclusão dos desenhos, a professora, numa roda de conversa, solicitou que os estudantes descrevessem seus desenhos.

Ressalta-se que todos os registros orais, escritos e desenhos produzidos pelos estudantes compuseram a base para a análise desta pesquisa: as expressões verbais foram gravadas e transcritas, e os desenhos e relatos escritos produzidos foram escaneados.

As estratégias como desenho, rodas de conversas e relato escrito que foram desenvolvidas por esta pesquisa ocorreram de acordo com o que propõe Triviños (2015), no que se refere a uma pesquisa de caráter qualitativo. Além disso, as anotações de campo foram adotadas para melhor subsidiá-la.

A coleta das informações de fato ocorreu durante as aulas de Matemática da pesquisadora, previstas no horário da escola. Para tanto, foi utilizado um total de 7 aulas duplas, denominadas encontros. Eles ocorreram entre os dias 6 de abril a 4 de maio de 2017.

## **5 Resultados e discussões**

Os modelos mentais estabelecidos foram analisados a partir do modelo proposto pela obra literária “O Sistema Solar na aula da professora Zulema” para inferir a respeito da reelaboração ou mudança dos modelos mentais dos sujeitos. Os resultados deste estudo estão organizados em duas seções: primeiramente, apresentando os Modelos Mentais revelados pelos estudantes antes da leitura do livro e organizados em categorias estabelecidas pelos autores. Na segunda seção, apresenta-se os modelos representados após a leitura do livro, comparados com o Modelo Conceitual que ele oferece aos leitores.

### **5.1 Os modelos mentais do Sistema Solar elaborados *a priori***

Em função das individualidades dos sujeitos, com percepções e influências (sensoriais, culturais e escolares) diferentes, se teria para esta análise 23 modelos mentais diferentes e específicos. Optou-se por categorizar e nomear esses modelos pela disposição espacial dos elementos do Sistema Solar, embora se reconheça que os Modelos Mentais não são organizados apenas por esse aspecto, mas pelo conjunto de características

apresentadas no Modelo Conceitual representado no livro infantil “O Sistema Solar na aula da professora Zulema” (Quadro 2).

De forma geral, percebeu-se que em nenhum dos modelos houve a preocupação em descrever a localização do Sistema Solar na Via Láctea. Na representação do Sol e dos planetas, também não houve preocupação em apresentá-los em escala de volume ou de distância.

Os MMs do Sistema Solar originados a partir das representações dos 23 estudantes se assemelharam aos descritos por Sharp e Kuerbis (2005), Chiras e Valanides (2008) e Calderón-Canales, Flores-Camacho e Gallegos-Cázares (2013) em suas pesquisas. Porém, preferiu-se elaborar os nomes dos 4 modelos, dando ênfase ao formato do Sistema Solar representado. Assim:

Modelo 1 – ordem colinear: planetas foram organizados numa linha;

Modelo 2 – ordem concêntrica: planetas organizados um a um em linhas concêntricas;

Modelo 3 – imaginativo-disperso: com planetas organizados de forma dispersa;

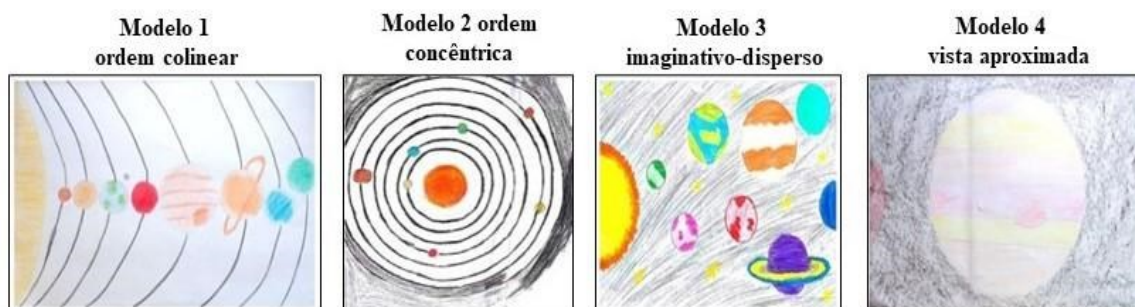
Modelo 4 – vista aproximada: planetas foram observados como numa vista aproximada (Tabela 1).

Modelo	Quantidade
Modelo 1 – ordem colinear	13
Modelo 2 – ordem concêntrica	3
Modelo 3 – imaginativo-disperso	4
Modelo 4 – vista aproximada	3

**Tabela 1** - Modelos do Sistema Solar *a priori*.

**Fonte:** Própria dos autores.

Tais modelos apresentaram-se com forte influência do modelo heliocêntrico de imagens bidimensionais, fora de escala, presentes nos livros didáticos e na internet ou reproduzidos em atividades realizadas pelos professores. Essas imagens do Sistema Solar em duas dimensões, às quais estão expostos os estudantes, não agregam aos esquemas de ação destes a percepção da tridimensionalidade existente no Sistema Solar (Figura 2).



**Figura 2** - Modelos Mentais do Sistema Solar *a priori*.

**Fonte:** Própria dos autores.

### **Modelo 1 – ordem colinear**

Neste modelo, o Sol aparece sempre numa posição de extremidade, direita ou esquerda da folha de desenho, e os planetas são organizados de forma colinear a ele, ou seja, alinhados no plano da eclíptica.

A maioria dos estudantes desenhou os planetas em ordem de distanciamento do Sol, sem preocupação com a distância entre os planetas.

### **Modelo 2 – ordem concêntrica**

Modelo do Sistema Solar em que o Sol se situa ao centro e os planetas são organizados em órbitas circulares e concêntricas. Nele, os planetas também são colocados em ordem de distanciamento do Sol, mas não há um cuidado em demonstrar o distanciamento entre eles de uma forma proporcional em escala de distância.

### **Modelo 3 – imaginativo-disperso**

Modelo representado com o Sol situado numa extremidade da folha de desenho e os planetas organizados sem uma ordem lógica pré-determinada, dispersos no espaço, porém concentrados em uma estreita faixa de “um lado do Sol”.

As representações pictóricas estavam fora de escala de volume e de distância e não aparentavam preocupação com a proporcionalidade entre os planetas.

### **Modelo 4 – vista aproximada**

O modelo apresenta uma visão em *zoom* de algum planeta do Sistema Solar. Nessa forma de representação, o Sistema Solar é visto como se uma lente de aumento fosse colocada numa determinada região em que o estudante gostaria de destacar.

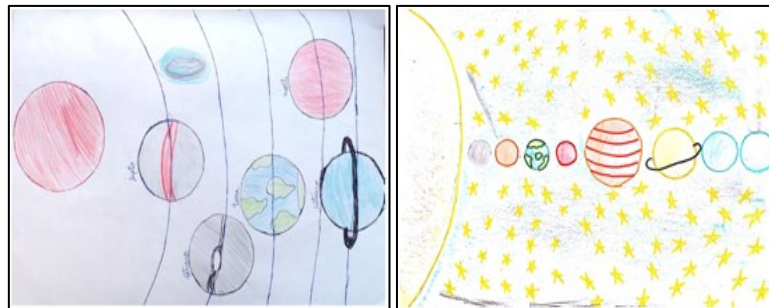
Percebe-se claramente que as representações pictóricas realizadas pelos estudantes não foram influenciadas só por suas experiências diárias de observação e análise do céu, pois as concepções que trazem em suas mentes a respeito do Sistema Solar não foram observadas, mas, sim, reproduzidas.

## **5.1.1 Outras conclusões em relação à composição do Sistema Solar *a priori***

Para além dos modelos mentais estabelecidos em função da disposição dos elementos que compõem o Sistema Solar, outros aspectos foram observados.

Em relação aos elementos que compõem o Sistema Solar, todos os estudantes apresentaram desenhos incompletos no que concerne à quantidade de planetas ou à presença de elementos como Cinturão de Asteroides, cometas, satélites naturais (luas) dos planetas, entre outros.

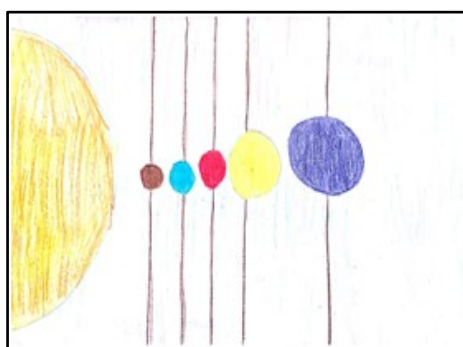
Além disso, as representações pictóricas continham informações confusas e com a presença de elementos do Universo, – as nebulosas, estrelas para completar o espaço vazio (Figura 3) – que não fazem parte do Sistema Solar. “Eu desenhei os oito planetas, o sol e pra preencher o espaço eu fiz um monte de estrelas”, relata uma das estudantes. Isso demonstra a confusão existente no entendimento e na diferenciação entre o que é do Sistema Solar e o que está além dele.



**Figura 3** - Sistema Solar com nebulosa e estrelas.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Houve também grande dificuldade com a representação correta da quantidade de planetas e muitos estudantes desenharam e afirmaram ser sete o número total (Figura 4). Outros estudantes pareceram não saber a quantidade correta que fazia parte desse sistema, colocando alguns de forma dispersa e sem identificá-los por uma característica específica.

Em relação aos planetas do Sistema Solar, destaca-se a presença dos mais citados pela mídia (revistas, televisão e internet) em reportagens sobre divulgação científica, entre eles: Marte, Saturno e Júpiter. Alguns foram representados em função de suas características muito específicas, tais como: elementos visíveis, cor, tamanho, presença de anéis e proximidade do Sol. Também se observou que alguns movimentos foram atribuídos a eles, por meio das órbitas desenhadas por alguns dos estudantes.



**Figura 4** - Dificuldade na representação correta dos planetas.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Nas representações, não se pôde inferir se, de fato, os estudantes relacionaram as órbitas dos planetas aos seus movimentos em torno do Sol. Já pelas expressões escritas, alguns estudantes mostraram ter esse conhecimento. Por exemplo, um estudante afirma: “E tentei fazer os planetas e desenhá-las também “[...] **suas órbitas, sabe? Por onde eles passam.**” (Grifo nosso) Isso pode ser percebido nos desenhos de alguns estudantes.

Outro aspecto constatado nos desenhos realizados *a priori* foi o fato de muitos estudantes inserirem várias estrelas, tal qual no trabalho de Bisch (1998). Desse fato, infere-se que eles apresentaram dificuldades em perceber que, quando se trata do Sistema Solar, refere-se a uma estrela orbitada por planetas; no caso do Sistema Solar, o Sol. Essa representação pictórica em que aparecem diversas estrelas demonstra o quanto os estudantes ainda estão presos ao que observam no céu noturno. Da mesma forma nos

livros, pois é comum observar o SS com pontinhos entre os planetas, como sendo o céu de fundo.

Assim como em (Sharp & Kuerbis, 2005), inferiu-se que as representações de várias estrelas nos desenhos do Sistema Solar dos estudantes são influenciadas por suas observações cotidianas do céu noturno. Portanto, acredita-se que a fim de aproximarem suas representações daquilo que observam cotidianamente, os estudantes acrescentaram estrelas em seus desenhos. Muitos deles também justificaram a presença de estrelas no intuito de se preencher um espaço que julgam “vazio”. A Estudante 1 comenta: “Eu desenhei os oito planetas, o sol e pra preencher o espaço eu fiz um monte de estrelas.”

Alguns estudantes também deixaram claro, por suas falas, que o Sistema Solar possui apenas uma estrela, mas, contraditoriamente, seus desenhos do Sistema Solar estão repletos de estrelas. Interrogados pela professora sobre qual a razão da presença de tantas estrelas em suas representações pictóricas, eles relataram que existem várias estrelas no Universo que podem ser vistas a partir do Sistema Solar.

Professora – Por que no Sistema Solar de vocês tem tantas estrelas?

Estudante 2 – O Sistema Solar só tem uma estrela. No caso, o Sol. Mas nós podemos dizer as estrelas que estão talvez até em outras galáxias, porque têm muitas estrelas grandes, e tudo mais só vê de longe. E, também [...] principalmente da nossa galáxia, da Via Láctea. Então [...] dá pra ver bastante estrelas (Borges, 2018).

Outro fato importante a se destacar é a questão do tamanho do Sol. Notou-se, nas representações pictóricas, uma grande dificuldade por parte dos estudantes em compreender a diferença entre a proporção do tamanho do Sol e o tamanho dos planetas.

Segundo Piaget (2003), a dificuldade dos estudantes em atribuir identidade aos objetos afastados, planetas e estrelas, por exemplo, é um resíduo da defasagem na compreensão que condiciona a transição da fase sensório-motora até a fase do pensamento abstrato. Por essa razão, entende-se o motivo de estudantes que já estejam na idade da fase operatória formal ainda apresentarem dificuldades pertinentes à fase sensório-motora.

Concorda-se com Bisch (1998) que muitos estudantes atingem o final do ensino fundamental distantes do que se considera ideal para os estágios do desenvolvimento de Piaget para sua idade cronológica, no que se refere a uma noção mais conceitual dos corpos celestes. Por vezes, ainda se encontram presos à visão realista ingênua, não conseguindo organizar, em suas mentes, um modelo mental objetivo e funcional da realidade.

A seguir, apresenta-se um quadro-síntese que consolida as noções do Sistema Solar dos estudantes obtidas por meio de seus desenhos e expressões orais.



Modelo de Sistema Solar	Estudante	Quantidade de planetas e o Sol		Órbita		Ordem de distanciamento do Sol		Proporcionalidade dos planetas em relação ao Sol	
		Completo	Incompleto	Sim	Não	Sim	Não	Sim	Não
Modelo 1 – ordem colinear	13	6	7	5	8	13	0	1	12
Modelo 2 – ordem concêntrica	3	3	0	3	0	3	0	0	3
Modelo 3 – imaginativo-disperso	5	3	2	1	4	1	4	0	5
Modelo 4 – vista aproximada	2	0	2	0	2	1	1	0	2

**Quadro 3** - Quadro-síntese de modelos mentais *a priori* dos estudantes do 7º ano em relação ao tema “Sistema Solar”.

**Fonte:** Própria dos autores.

Para cada coluna desse quadro, indicou-se uma categoria analisada segundo a quantidade de elementos do Sistema Solar presentes em cada modelo, a presença ou ausência de órbitas, a proporcionalidade em relação aos tamanhos dos planetas em relação ao Sol e a disposição dos planetas segundo a ordem de distanciamento do Sol.

Em síntese, nos modelos dos 23 estudantes sobre o Sistema Solar evidenciou-se que 12 deles o representaram de forma completa, com o Sol e os oito planetas; 9 o representaram com a presença de órbitas; 19 alunos representaram a organização dos planetas pela ordem de distanciamento do Sol e; 20 estudantes ainda não conseguiram expressar, por meio dos desenhos, a proporcionalidade em escala dos planetas em relação ao Sol.

## 5.2 Mudança nos modelos mentais dos estudantes sobre Sistema Solar

A reelaboração ou mudança nos modelos mentais *a priori* pode ter-se dado sob a influência de algumas informações obtidas após a leitura do livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009), por exemplo, no que diz respeito às características específicas dos planetas e das ilustrações sobre a distribuição e os tamanhos dos astros no Sistema Solar. Na análise dos resultados, se mostrará se houve, num momento pós-leitura, uma aproximação do Modelo Conceitual apresentado pelo livro literário, embora outros fatores internos e/ou externos possam também ter interferido nesta mudança, inclusive o fato de a pesquisa ter ocorrido no ambiente da escola.

Percebe-se, no entanto, que nem todos os modelos mentais que apareceram nas representações *a priori* foram contemplados com as explicações dadas no livro, e que, portanto, pudessem auxiliar os estudantes na mudança de seus modelos.

Embora se saiba que a ilustração da capa do livro literário é uma representação artística, entende-se que ela reforça o modelo “imaginativo-disperso” nos estudantes, uma vez que optaram por desenhar os planetas espalhados e com tamanhos e distâncias fora de escala (Tabela 2).

A Tabela 2 apresenta, na primeira e segunda colunas, os modelos mentais representados pelos estudantes antes da leitura do livro literário. A terceira e quarta colunas apresentam os MMs após a leitura, de forma que cada um dos 4 representados antes da leitura se mantiveram ou tiveram sua representação modificada.

Antes da leitura do livro		Após a leitura do livro	
Modelo	Quantidade de estudantes	Modelo	Quantidade de estudantes
Modelo 1 – ordem colinear	13	Modelo 1 – ordem colinear	9
		Modelo 4 – vista aproximada	2
		Modelo 5 – disperso-lógico	2
Modelo 2 – ordem concêntrica	3	Modelo 1 – ordem colinear	1
		Modelo 2 – ordem concêntrica	2
Modelo 3 – imaginativo-disperso	5	Modelo 1 – ordem colinear	3
		Modelo 3 – imaginativo-disperso	1
		Modelo 5 – disperso-lógico	1
Modelo 4 – vista aproximada	2	Modelo 1 – ordem colinear	1
		Modelo 3 – imaginativo-disperso	1

**Tabela 2** - Modelos mentais do Sistema Solar antes e após a leitura do livro literário.

**Fonte:** Própria dos autores.

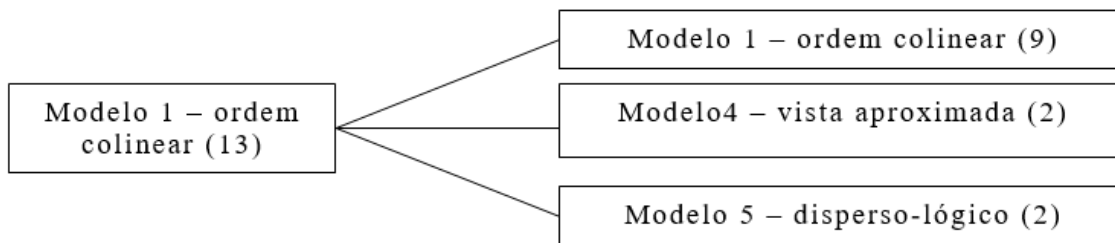
Assim sendo, serão analisadas as mudanças ocorridas num momento pós-leitura para compreender se o texto e as ilustrações interferiram de maneira significativa, proporcionando condições para a evolução dos modelos mentais dos estudantes. Sequencialmente, serão analisados os estudantes que representaram o Modelo 1, Modelo 2, Modelo 3 e Modelo 4 antes da leitura. Importante observar que 12 dos 23 estudantes mantiveram seus modelos. Os outros 11 estudantes modificaram a forma de representação após a leitura.

### **Modelo 1 – ordem colinear**

Dos 13 estudantes que se enquadraram no modelo "ordem colinear" *a priori*, pode-se observar, pela Tabela 2, que 9 deles continuaram a representar o Sistema Solar de forma que os planetas ficassem alinhados. Embora o livro literário traga uma ilustração discreta de um modelo "ordem concêntrica" (ou heliocêntrica) (Figura 1), percebe-se que, neste modelo, nenhum estudante que representou o Sistema Solar linearmente antes da leitura do livro foi influenciado por esta representação do livro literário.

Apesar disso, percebe-se ainda que, nos desenhos *a posteriori*, houve mudanças em relação à inserção de elementos novos que não haviam sido representados *a priori*.

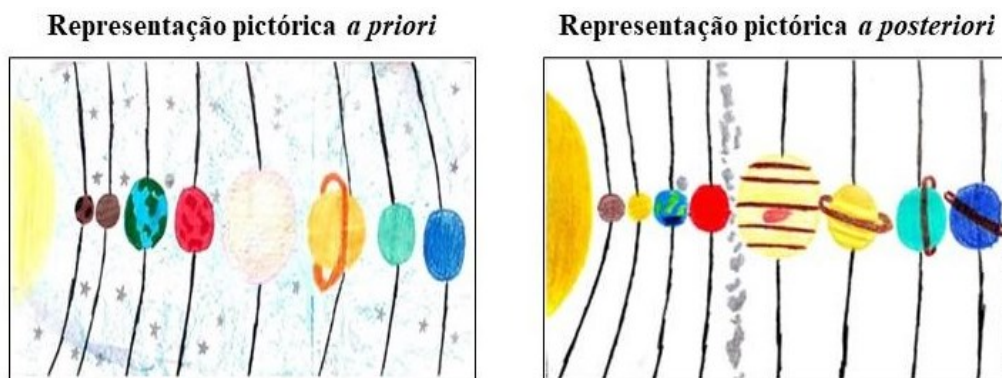
Os outros quatro estudantes que, *a priori*, representaram o Sistema Solar colinearmente, modificaram seus modelos para "vista aproximada" (2) e "disperso-lógico" (2), conforme Figura 5.



**Figura 5** - Reelaboração ou mudança no modelo ordem colinear após a leitura.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Nesse grupo de estudantes, a reelaboração ou mudança das representações ocorreu principalmente em relação à caracterização dos planetas, à representação deles em relação à ordem de distanciamento do Sol e da presença de satélites naturais (luas) em alguns. Também se percebeu que os estudantes compreenderam melhor a posição dos planetas representados em relação ao Sol.

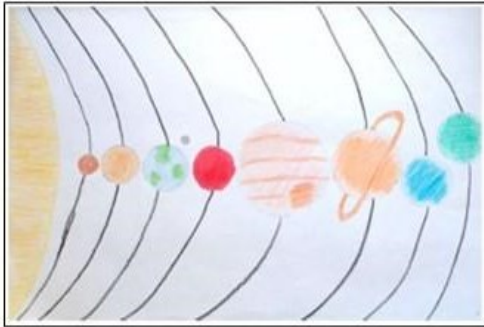
Outro ponto a se considerar é a presença do Cinturão de Asteroides no desenho das Estudantes 3 e 4, contudo nenhum estudante se preocupou com a representação do Cinturão de Kuiper nem com a Nuvem Oort, descritos e representados pelo livro literário.



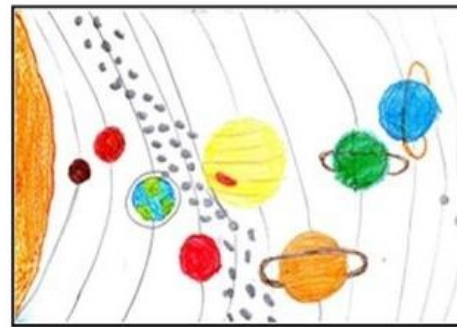
**Figura 6** - Mudança do modelo do Sistema Solar da Estudante 3.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Tanto na representação *a priori* quanto na representação *a posteriori* da Estudante 3 (Figura 6), houve uma preocupação em deixar os planetas alinhados e organizados segundo a ordem de posição em relação ao Sol. Em seu desenho, o eixo de rotação de Urano foi representado inclinado em relação à perpendicular ao plano da órbita, assim como apresentado pelo livro literário. A Estudante 3 também retirou as estrelas presentes ao fundo, adicionou o Cinturão de Asteroides, apresentou uma relação melhor na escala de volume entre os planetas e colocou anéis nos gigantes, com exceção de Júpiter.

**Representação pictórica *a priori***



**Representação pictórica *a posteriori***

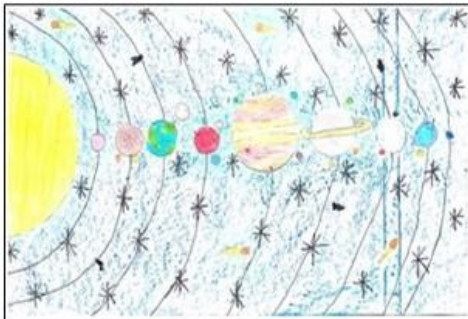


**Figura 7** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 4.  
**Fonte:** Própria dos autores.

A Estudante 4 representou o Sistema Solar sem alinhamento entre os planetas, mas manteve a ordem lógica da posição deles em relação ao Sol. Por essa razão, classifica-se seu modelo como “disperso-lógico”. Ela também inseriu, em sua representação pictórica, anéis em três planetas gigantes e representou o Cinturão de Asteroides.

O modelo mental da Estudante 4 reformulado *a posteriori* aproximou-se do modelo conceitual apresentado pelo livro, preservando a organização dos planetas em sua ordem de distanciamento do Sol, mas acrescido dos elementos novos que surgiram após a leitura.

**Representação pictórica *a priori***



**Representação pictórica *a posteriori***



**Figura 8** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 5.  
**Fonte:** Própria dos autores.

A Estudante 5, diferentemente dos demais estudantes, conseguiu uma representação mais detalhada dos planetas do Sistema Solar, destacando suas características principais apresentadas no livro literário. Ela inseriu em sua representação dos planetas algumas “luas” e os anéis, mas ainda permaneceu representando muitas estrelas ao fundo do Sistema Solar.

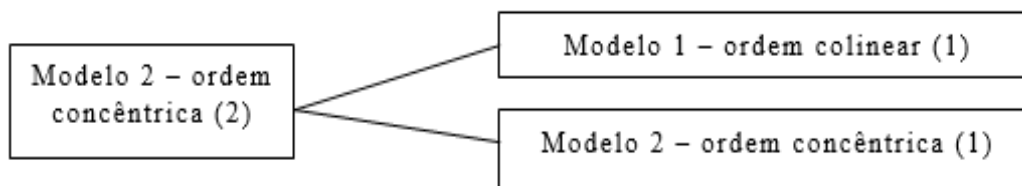
O modelo mental do Sistema Solar que a Estudante apresentou modificou-se no que diz respeito à inserção de elementos novos (Cinturão de Asteroides, características dos planetas e luas) oferecidos pelo livro. Assim, a estudante confirma em sua representação que *a priori* ela formulou um modelo inicial e, por possuir algum conhecimento relativo ao Sistema Solar, agregou ao desenho *a posteriori* aquilo que lhe

faltava como complemento do seu modelo inicialmente formulado. Ela manteve as estrelas ao fundo ou entre os planetas.

### Modelo 2 – ordem concêntrica

Em relação ao modelo “ordem concêntrica”, as representações *a posteriori* dos estudantes também apresentaram mudanças no que diz respeito à quantidade de elementos presentes.

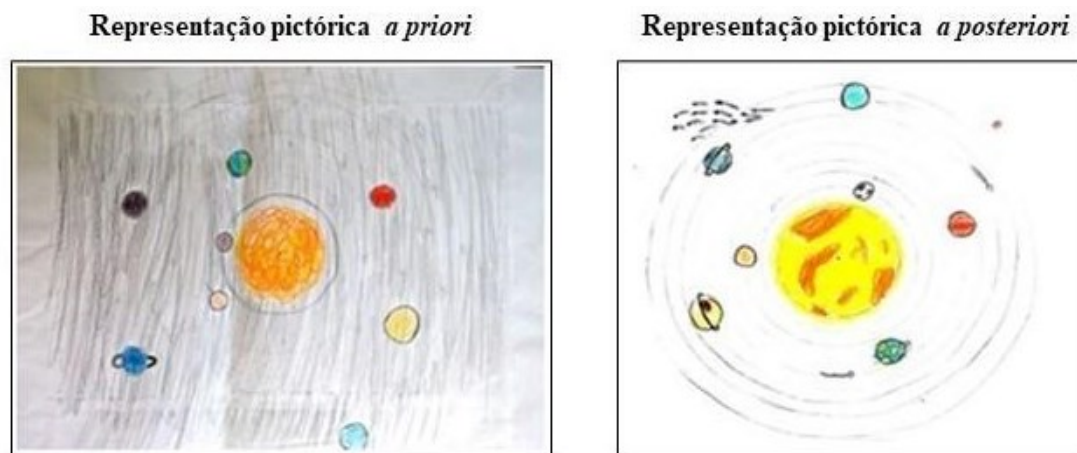
Dos modelos apresentados anteriormente como concêntricos, apenas um dos dois permaneceu com o formato concêntrico, e o outro representou o Sistema Solar como um modelo “ordem colinear” (Figura 9).



**Figura 9** - Mudança nos modelos Ordem Concêntrica.

**Fonte:** Própria dos autores.

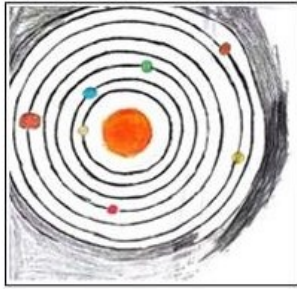
Nos modelos do Estudante 6 e do Estudante 7, também se notam as presenças do Cinturão de Asteroides e de uma preocupação com a caracterização dos planetas. Os estudantes também demonstraram uma preocupação com a posição dos planetas em relação ao Sol. No que tange a este aspecto, destaca-se novamente a influência do livro literário, desta vez nos desenhos dos estudantes 6 e 7, pois o livro dá muita ênfase à caracterização dos planetas.



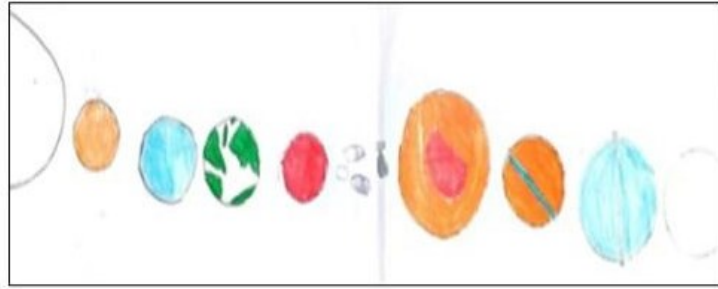
**Figura 10** - Mudança no Modelo do Sistema Solar do Estudante 6.

**Fonte:** Própria dos autores.

Representação pictórica *a priori*



Representação *a posteriori*



**Figura 11** - Mudança no modelo do Sistema Solar do Estudante 7.

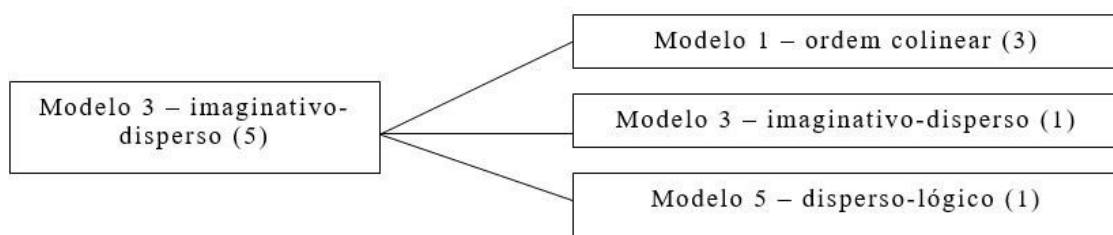
**Fonte:** Própria dos autores.

Ainda em relação à representação dos dois estudantes acima citados, nota-se a dificuldade de ambos quanto à percepção de que o Sol é muito maior do que os planetas do Sistema Solar.

No modelo do Estudante 7, percebe-se notadamente a mudança, pois os planetas foram representados por ele, conforme proposto no livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009). Na obra os autores apresentam o Sistema Solar numa ordem de descrição crescente, tendo em consideração a ordem de disposição dos planetas em relação ao Sol. Nesse caso, o livro literário representou a base de dados para a construção do modelo mental (Lencastre & Pereira, 1990, p. 62).

### Modelo 3 – imaginativo-disperso

Os estudantes que representaram seus modelos do Sistema Solar de forma desordenada e sem a preocupação com a caracterização dos planetas tiveram mudanças consideráveis. Em suas representações *a posteriori*, o Sistema Solar foi representado de forma mais organizada no que diz respeito à posição dos planetas em relação ao Sol. Também as representações das Estudantes 8, 9 e 10 trouxeram novos elementos que caracterizaram os planetas.



**Figura 12** - Mudança nos modelos imaginativo-dispersos.

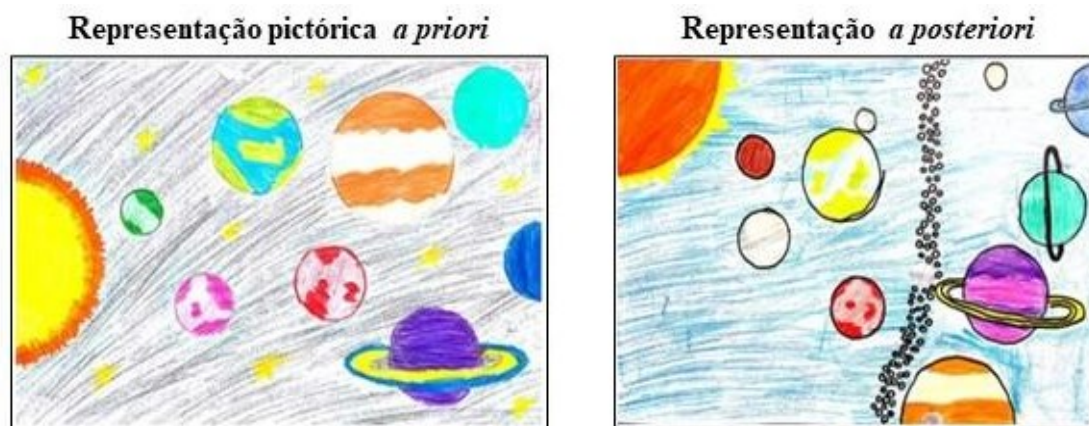
**Fonte:** Própria dos autores.

Dos cinco desenhos representados *a priori*, três deles foram representados *a posteriori* no modelo “ordem colinear”, um foi representado no “disperso-lógico”, e o outro, no “imaginativo-disperso”. O modelo imaginativo disperso caracteriza-se pela configuração dos planetas do Sistema Solar sem a ordem de distanciamento do Sol, desenhados de forma dispersa na folha. Nas representações *a posteriori*, apenas um estudante permaneceu com a representação imaginativa-dispersa. Provavelmente, o livro



colaborou para mudar a ideia de que os planetas são colocados em torno do Sol sem uma ordenação lógica.

Neste modelo, a Estudante 8 (Figura 13) continuou representando os planetas de forma espalhada, mas com certa lógica em sua organização, separando, com o Cinturão de Asteroides, os planetas rochosos dos gasosos. Também desenhou Urano inclinado, assim como apresentado pelo livro literário (Figura 14), e colocou anéis em três planetas gigantes. Considera-se também como um avanço, no modelo da Estudante 8, o fato de ela fazer a caracterização de alguns planetas.

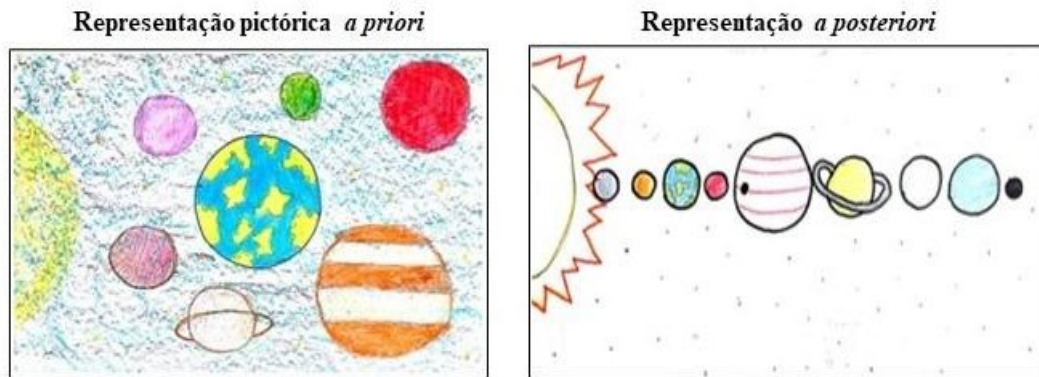


**Figura 13** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 8.  
**Fonte:** Própria dos autores.

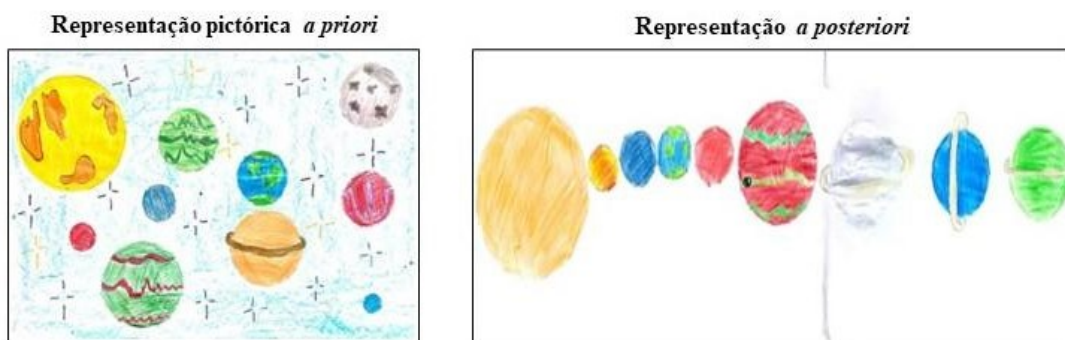


**Figura 14** - Ilustração de Urano no livro “O Sistema Solar na aula da professora Zulema”.  
**Fonte:** Romanzini et al. (2009).

As Estudantes 9 e 10 também trouxeram, na representação de seus modelos, uma organização dos planetas em relação à posição que ocupam a partir do Sol. Elas também representaram os planetas com algumas das características apresentadas durante a leitura do livro literário.



**Figura 15** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante.  
**Fonte:** Própria dos autores.

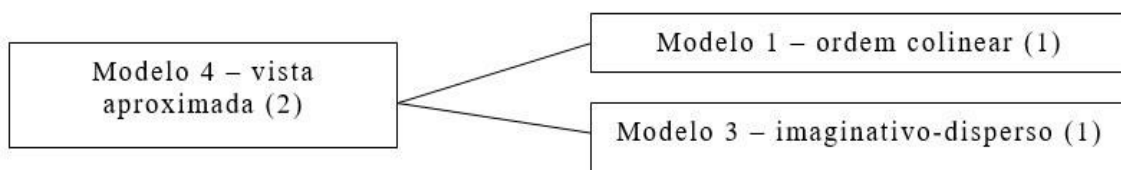


**Figura 16** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 10.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Nos modelos apresentados *a priori* pelas Estudantes 8, 9 e 10, houve significativa mudança, pois eles são marcados por elementos que caracterizam aspectos do “realismo ingênuo”, no qual as crianças acreditam que as situações são da forma que seus sentidos lhes informam (Bisch, 1998, p. 6). Nas representações *a posteriori*, as Estudantes demonstraram que compreenderam a organização dos planetas em ordem de distanciamento do Sol, bem como elementos que caracterizam alguns planetas como cores, presença de anéis e inclinação da órbita, no caso da Estudante 10.

#### **Modelo 4 – Vista aproximada**

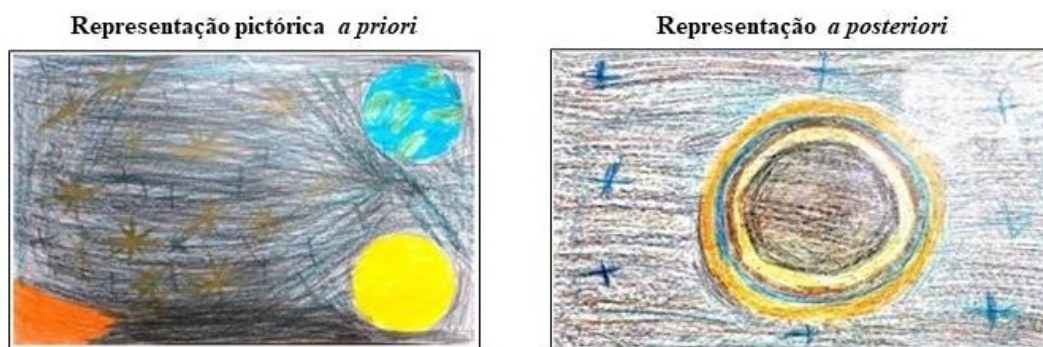
Nos dois modelos de vista aproximada *a priori*, ocorreu a presença de um modelo “imaginativo-disperso” e de um modelo “ordem colinear”. Nesses modelos representados *a posteriori*, observou-se em um estudante a mudança para o modelo ordem colinear e, em outro estudante a mudança para o modelo imaginativo-disperso.



**Figura 17** - Mudança nos modelos vista aproximada.  
**Fonte:** Própria dos autores.



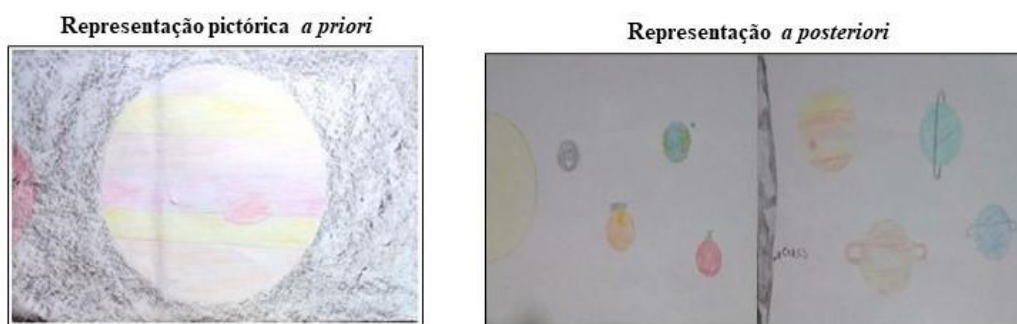
O modelo da Estudante 11 adotou uma representação “imaginativa-dispersa”, retratando simbolicamente o Sistema Solar com vários círculos concêntricos e sem a identificação de planetas ou outros corpos celestes. A Estudante não relacionou sua representação ao modelo conceitual do livro literário. Ela deixa demonstrado em sua representação a presença marcante do “realismo ingênuo” citado por Bisch (1998) e que, embora o texto, segundo Lencastre e Pereira (1990), seja considerado a base para a construção dos modelos mentais, ela não utilizou essa base de informações para reelaboração do seu modelo *a priori*.



**Figura 18** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 11.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Estudante 11 - Bom, eu desenhei um círculo grande e, em volta, bem escuro com umas estrelas azuis e, dentro dele, pinte de várias cores iguais coloridas e eu quis representar o Sistema Solar (Borges, 2018).

A Estudante 12 apresentou seu modelo *a posteriori* como um modelo “ordem colinear”, deixando em seu registro os planetas organizados em ordem de distanciamento do Sol e com algumas características apresentadas pelo modelo conceitual proposto pelo livro literário “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009). Em sua expressão oral, durante as rodas de conversa, a estudante confundiu o Cinturão de Asteróides com o Cinturão de Kuiper.



**Figura 19** - Mudança no modelo do Sistema Solar da Estudante 12.  
**Fonte:** Própria dos autores.

Estudante 12 - Meu desenho ficou bem simples. Eu não pinte o fundo, porque, para mim, o Universo não tem uma cor certa e, por isso, deixei branco mesmo. Eu também **não** fiz um desenho só. Eu separei o desenho em uma parte. Eu desenhei o Sol e os planetas rochosos e, em outra parte, o Cinturão de Kuiper e os planetas gasosos, mas eu não desenhei os planetas-anões (Borges, 2018).

Conclui-se que, de forma geral, os modelos *a posteriori* apresentados nesta seção sobre o Sistema Solar foram modificados num momento pós-leitura, pois o modelo conceitual do livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009) foi organizado no sentido de oferecer ao estudante a disposição dos planetas em ordem de distanciamento do Sol, bem como as características marcantes de cada planeta.

## 6 Influência dos Modelos Conceituais

O modelo conceitual do Sistema Solar não é algo fácil de ser compreendido pelos estudantes em razão da dificuldade natural em observá-lo a partir de um referencial externo, de forma a visualizar sua estrutura geral. Dessa maneira, é necessário contar com experiências diversas que os auxiliem na revisão contínua de seus modelos antigos, agregando a eles informações novas ou substituindo as obsoletas a fim de que melhor se aproximem do modelo conceitual.

Os desenhos do Sistema Solar realizados *a priori* pelos estudantes estiveram presos à representação de sua estrutura geral, partindo de um observador externo a ele. O livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009) apresentou, na página 6, uma única imagem da estrutura do Sistema Solar na forma concêntrica ou heliocêntrica, como se estivesse sendo observada a partir de um referencial externo.

Segundo Norman (1983), uma vez que o modelo conceitual é elaborado por cientistas e/ou professores na intenção de se facilitar a compreensão dos conceitos, pode-se inferir que o modelo conceitual apresentado pela ilustração do livro literário pode ter influenciado os estudantes em suas representações *a posteriori*.

Apesar de o modelo conceitual apresentado no livro literário deixar evidente o modelo heliocêntrico do Sistema Solar, nas representações pictóricas e nas expressões orais dos estudantes, percebe-se que o “modelo ordem colinear” foi predominante nas representações realizadas pós-leitura do livro. O livro não apresenta em suas ilustrações a linearidade dos planetas, mas na forma de exposição do conteúdo, percebe-se a apresentação dos objetos do Sistema Solar numa ordem de distanciamento do Sol. Dos 23 estudantes, 14 utilizaram este modelo na representação *a posteriori* do Sistema Solar.

Embora os modelos apresentados pelos estudantes ainda se revelem incompletos e ainda não tão sofisticados conforme afirma Moreira (1996) em relação às representações de um conceito teórico, percebe-se que estão mais representativos em relação à quantidade de planetas e mais organizados no que diz respeito a sua posição em relação ao Sol. Alguns planetas foram melhor representados em suas características específicas, e o Cinturão de Asteroides passou a fazer parte da representação de alguns estudantes.

Concorda-se com Moreira (1996) que os modelos dos estudantes evoluirão naturalmente, mas, se interagirem com livros literários adequados, materiais tridimensionais e com a observação dos astros no céu, entende-se que esse processo seria facilitado. Os estudantes modificariam seus modelos até que se aproximassem do modelo conceitual mais aceitável, acrescentando a eles as informações assimiladas, que poderão ser corretas ou não dependendo do recurso – livros, imagens e filmes – que se tenha disponível.

Considera-se, como mudança do modelo, o fato de alguns estudantes suprimirem, de suas representações pós-leitura, elementos que não fazem parte do Sistema Solar, como, por exemplo, estrelas e nebulosas, que foram representados *a priori*. Isso se deve ao caráter informativo da leitura do livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009), que trouxe ao conhecimento dos estudantes quais e quantos são os elementos que pertencem ao Sistema Solar.

Observa-se, entretanto, que não houve uma preocupação do livro literário com a questão da distância dos planetas em relação ao Sol nem com as distâncias entre planetas. Os autores se preocuparam em dar ênfase à posição dos planetas em relação ao Sol, às características e curiosidades de cada um.

A dificuldade dos estudantes em realizar a transposição de um referencial terrestre (topocêntrico) para um referencial externo ao Sistema Solar (heliocêntrico) ainda é grande, conforme afirma Lanciano (1989). Percebe-se isso, ao observar os desenhos. Eles são reproduções das imagens oferecidas como fontes de informação. E, se essas imagens não são apresentadas com a tentativa de mostrar a proporção do volume dos planetas, da distância entre eles e o Sol, por exemplo, dificilmente os estudantes conseguirão mensurar tais volumes e distâncias para poder desenhá-los. Nesse sentido, compreende-se que o livro não colaborou muito.

Os modelos que surgiram após a leitura do livro literário ainda foram representados dando ênfase à estrutura e composição do Sistema Solar. Um modelo novo, denominado “modelo disperso-lógico”, surgiu depois da leitura do livro literário.

Conclui-se que, de forma geral, os modelos *a posteriori* apresentados nesta seção sobre o Sistema Solar foram modificados num momento pós-leitura, pois o modelo conceitual do livro “O Sistema Solar na aula da Professora Zulema” (Romanzini et al., 2009) foi organizado no sentido de oferecer ao estudante a disposição dos planetas em ordem de distanciamento ao Sol, bem como as características marcantes de cada planeta.

Considera-se, depois da análise das informações, que essa mudança dar-se-ia mais efetivamente se, junto à leitura, fossem feitas atividades de observação e construção de modelos tridimensionais. Para Sharp e Kuerbis (2005), para ocorrer a mudança de um modelo para outro, é necessário algum processamento de informação, e processar informações, na maioria das vezes, se dá de forma limitada, seletiva e incompleta e, em especial, quando os esquemas conceituais dos estudantes estão mal resolvidos ou incompatíveis com o que é ensinado.

## 7 Considerações finais

Considera-se que a utilização do livro literário infantil no ensino de Astronomia, associado a outras ações, pode contribuir na mudança nos modelos mentais dos estudantes, pois observando-se os aspectos apresentados pelos modelos mentais *a priori* e *a posteriori*, percebeu-se a inserção de elementos do Sistema Solar que antes da leitura não se destacaram nem nos desenhos e nem nas expressões orais dos estudantes.

Ainda que a representação de SS que o livro literário escolhido defende também sustente algumas dificuldades para a reelaboração de novos modelos, considera-se que a mediação da leitura é fundamental, pois dificilmente serão encontradas obras literárias que não tragam elementos que apresentam pontos de discussão.

Desta forma, a proposta da utilização do livro literário infantil surge como uma possibilidade lúdica a mais no ensino de Astronomia, desmistificando concepções alternativas e possíveis erros conceituais oriundos das influências de origens sensorial, cultural e/ou escolar e dos conteúdos midiáticos amplamente utilizados na divulgação científica.

Outra observação importante é a atenção que se deve dar à escolha do livro literário, não só pelos autores da área, mas também dos ilustradores. Eles, com suas concepções próprias, podem interferir significativamente na reelaboração de modelos.

### **Agradecimentos**

Aos 23 estudantes participantes da pesquisa e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior [CAPES], pelo apoio financeiro para a realização da presente investigação.

### **Referências**

- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no 1º grau: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Bogdan, R. & Biklen, S. (1994). *Investigação qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução de Maria J. Alvarez, Sara B. dos Santos, Telmo M. Baptista. Portugal: Porto editora.
- Borges, E. F. M. (2018). *A literatura infantil no ensino da Astronomia: modelos mentais sobre sistema solar e estrelas de estudantes do 7º ano do Ensino Fundamental*. Dissertação de Mestrado. Goiânia: Universidade Federal de Goiás.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília. Recuperado em 13 de abr. 2022 de <http://download.basenacionalcomum.mec.gov.br>
- Calderón-Canales, E., Flores-Camacho, F. & Gallegos-Cazares, L. (2013). Elementary student's mental models of the Solar System. *Astronomy Education Review*, 12(1), 010108. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://avys.omu.edu.tr/storage/app/public/kalkanh/117366/pgg3ztf30w6.pdf>
- Carli, M., Marignolli, C. & Pantano, O. (2019). Developing mental models through visualization techniques: an experimentation on the solar system in primary school. In *Anais de EDULEARN19 Proceedings*, 7497-7506. Mallorca, Espanha. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <http://lib.uib.kz/edulearn19/files/papers/1793.pdf>
- Chiras, A. (2008). Day/Night Cycle: Mental Models of Primary School Children. *Science Education International*, 19(1), 65-83. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.icasonline.net/sei/march2008/19-1-march-2008-65\\_83.pdf](http://www.icasonline.net/sei/march2008/19-1-march-2008-65_83.pdf)

Greca, I. M. & Moreira, M. A. (2000). Mental models, conceptual models, and modelling. *International journal of science education*, 22(1), 1-11. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <http://web.ntnu.edu.tw/~699450216/shares/20120308/Mental%20models,%20conceptual%20models,%20and%20modelling.pdf>

Johnson-Laird, P. N. (2013). Mental models and cognitive change. *Journal of Cognitive Psychology*, 25(2), 131-138. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20445911.2012.759935](http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/20445911.2012.759935)

Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models* (6a ed.). Cambridge: Harvard University.

Lanciano, N. (1989). Ver y hablar como Tlomeo y pensar como Copérnico. *Enseñanza de las Ciencias: revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 7(2), 173-182. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/51253/92997](http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/51253/92997)

Lencastre, L. & Costa Pereira, D. (1990). A compreensão de textos como construção de modelos mentais. *Análise Psicológica*, 1(8), 61-69. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/55810/2/82654.pdf>

Monhardt, L. & Monhardt, R. (2006). Creating a context for the learning of science process skills through picture books. *Early Childhood Education Journal*, San Francisco, 34 (1), 67-71. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-006-0108-9>

Moreira, M. A. (1996). Modelos mentais. *Investigações em Ensino de Ciências*, 3(1), 193-232. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141162](http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/141162)

Morrow, L. M., Pressley, M., Smith, J. K. & Smith, M. (1997). The effect of a literature-based program integrated into literacy and science instruction with children from diverse backgrounds. *Reading Research Quarterly*, 1(32), 54-76. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://ila.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1598/RRQ.32.1.4>

Norman, D. A. (1983). Some observations on mental models. In A. L. Gentner, D. Stevens. *Mental models*. (Chap. 1, pp.7-14) New York: Lawrence Erlbaum Associates.

Piaget, J. (2003). *A construção do real na criança* (3a ed.) São Paulo: Ática.

Pozo, J. I. & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico* (5a ed.). Porto Alegre: Artmed.

Romanzini, J., Queiroz, V., Trevisan, R. H., Sanzovo, D. T., Lattari, C. & Bruno, A. T. (2009). *O Sistema Solar na aula da professora Zulema*. Londrina: EDUEL.

Sackes, M., Trundle, K. C. & Flevares, L. M. (2009). Using children's literature to teach standard-based science concepts in early years. *Early Childhood Education Journal*, 36(5), 415-422. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-009-0304-5>

- Saul, E. W. & Dieckman, D. (2005). Choosing and using information trade books. *Reading Research Quarterly*, 40(4), 502-513. Recuperado em 7 de fev., 2022 de <https://ila.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1598/RRQ.40.4.6>
- Sharp, J. G. & Kuerbis, P. (2006). Children's ideas about the solar system and the chaos in learning science. *Science Education*, 90(1), 124-147. Recuperado em 4 de fev., 2022 de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/sce.20126>
- Silva, S. R., Prado, A. F., Frederico, I. E., Langhi, R. & Bastos, F. (2018). Percepções de alunos do 4º ano de uma escola municipal sobre sistema solar. *Anais do Simpósio Nacional de Educação em Astronomia*. Londrina, PR, Brasil, 5. Recuperado em 19 de abr., 2022 de <https://sab-astro.org.br/eventos/snea/v-snea/atas/comunicacoes-orais/co3/>
- Statham, M. (2016). Eyes closed for learning. *Primary Science*, 144, 31-33. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.ase.org.uk/resources/primary-science/issue-144/eyes-closed-learning](http://www.ase.org.uk/resources/primary-science/issue-144/eyes-closed-learning)
- Triviños, A. N. S. (2015). *Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação*. São Paulo: Atlas.
- Vosniadou, S. (1991). Designing curricula for conceptual restructuring: Lessons from the study of knowledge acquisition in astronomy. *Journal Curriculum Studies*, 23(3), 219-237. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0022027910230302](http://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/0022027910230302)
- Vosniadou, S. (1994). 16 Universal and culture-specific properties of. Mapping the mind: Domain specificity in cognition and culture, 412. Recuperado em 4 de fev., 2022 de [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=n1tqi8Tux-kC&oi=fnd&pg=PA412&dq=Vosniadou,+S.+\(1994\).+16+Universal+and+culture-specific+properties+of.+Mapping+the+mind:+Domain+specificity+in+cognition+and+culture,+412.&ots=WkhBQ2k9Rl&sig=WS6oxwuUeHirRUN8qw\\_dGLSTbuk](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=n1tqi8Tux-kC&oi=fnd&pg=PA412&dq=Vosniadou,+S.+(1994).+16+Universal+and+culture-specific+properties+of.+Mapping+the+mind:+Domain+specificity+in+cognition+and+culture,+412.&ots=WkhBQ2k9Rl&sig=WS6oxwuUeHirRUN8qw_dGLSTbuk)
- Zeece, P. D. (1999). Things of nature the nature of the things: Natural science-based literature for young children. *Early Childhood Education Journal*, 26(3), 161-166. Recuperado em 7 de fev., 2022 de <https://link.springer.com/article/10.1007/s10643-009-0304-5>

---

Artigo recebido em 29/09/2021.

Aceito em 11/05/2022.

## ESTÍMULO AL PENSAMIENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EJERCICIOS CON ESPECTROSCOPIA ESTELAR

 Olga Lucía Castiblanco Abril <sup>1</sup>  
 Bryan Santiago López Fonseca <sup>2</sup>

**Resumen:** La pregunta central fue ¿Cómo estimular el pensamiento científico de un grupo de visitantes al observatorio astronómico aprovechando una práctica de espectroscopia? El objetivo es enriquecer la visita a un Observatorio aplicando algunos aprendizajes de la didáctica de la física. El diseño del proceso está centrado en el uso del experimento de tipo casero e ilustrativo, en torno a conceptos básicos de la espectroscopia estelar y desde una perspectiva dimensional de la didáctica de las ciencias, que considera fundamental el enriquecimiento de la interacción entre los participantes de un proceso de enseñanza y aprendizaje. La investigación fue de tipo investigación-acción, en la perspectiva de intervención, la toma de datos se hizo mediante relatos del docente investigador y rejillas de observación diligenciadas por un observador no participante, quien identificó preguntas e inquietudes surgidas espontáneamente a lo largo del proceso. Los resultados mostraron un camino para estimular el pensamiento científico en torno al fenómeno de la espectroscopia en un ambiente informal de aprendizaje. Se destaca el hecho de que, por medio de un proceso corto, diseñado contextualizadamente, se logró que los visitantes se iniciaran en el conocimiento de conceptos como dispersión, difracción, átomo, espectro electromagnético, clasificación estelar, líneas de emisión y frecuencia, además de ser sujetos activos la mayor parte del tiempo en la visita.

**Palabras clave:** Práctica de Laboratorio; Observatorio; Astrofísica; Espectrógrafo LISA; Pensamiento científico.

## ESTÍMULO AO PENSAMENTO CIENTÍFICO MEDIANTE EXERCÍCIOS COM ESPECTROSCOPIA ESTELAR

**Resumo:** A questão central foi sobre como estimular o pensamento científico de um grupo de visitantes do observatório astronômico aproveitando uma prática de espectroscopia? O objetivo é enriquecer a visita a um Observatório aplicando alguns conhecimentos provenientes da Didática da Física. O desenho do processo está centrado no uso do experimento caseiro e ilustrativo, em torno de conceitos básicos de espectroscopia estelar desde uma perspectiva dimensional do ensino das ciências que considera fundamental o enriquecimento da interação entre os participantes da prática, em um processo de ensino e aprendizagem. A pesquisa foi do tipo pesquisa-ação, do tipo intervenção. A coleta de dados se fez por meio de relatos do professor pesquisador e de grades de observação preenchidas por um observador não participante, quem identificou dúvidas e inquietações que surgiram espontaneamente ao longo do processo. Os resultados mostraram uma forma de estimular o pensamento científico em torno do fenômeno da espectroscopia em um ambiente informal de aprendizagem. Destaca-se o fato de que, por meio de um curto processo, projetado contextualmente, foi possível iniciar aos visitantes no conhecimento de conceitos como dispersão, difração, átomo, espectro eletromagnético, classificação estelar, linhas de emissão e frequência, além de ser sujeitos ativos durante a maior parte do tempo da visita.

**Palavras-chave:** Prática de Laboratório; Observatório; Astrofísica; Espectrógrafo LISA; Pensamento Científico.

<sup>1</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), Bogotá, Colômbia. E-mail: olcastiblanco@udistrital.edu.co.

<sup>2</sup> Universidad Distrital Francisco José de Caldas (UDFJC), Bogotá, Colômbia. E-mail: bslopezf@correo.udistrital.edu.co.

## STIMULATION OF SCIENTIFIC THOUGHT THROUGH EXERCISES WITH STELLAR SPECTROSCOPY

**Abstract:** The central question was; How to stimulate the scientific thinking of a group of visitors to the astronomical observatory by taking advantage of a spectroscopy practice? The objective is to enrich the visit to an Observatory by applying some knowledge from the Didactics of Physics. The design of the process focuses on the use of the home-type and illustrative experiment around basic concepts of stellar spectroscopy and from a dimensional perspective of science education, considering fundamental the interaction enrichment between participants and the expositor in a learning and teaching process. The research was in action-research type from the perspective of intervention. Data collection occurred through reports from the researcher teacher and observation grids filled out by a non-participant observer, who identified questions and concerns that arose spontaneously. Results showed a way to stimulate scientific thinking around the phenomenon of spectroscopy in an informal learning environment. It stands out the fact that, through a short process designed contextually, the visitors could initiate the knowledge of concepts such as dispersion, diffraction, atom, electromagnetic spectrum, stellar classification, emission lines, and frequency, in addition, to being active subjects most of the time during the visit.

**Keywords:** Laboratory practice; Observatory; Astrophysics; LISA spectrograph; Scientific Thought.

### Introducción

Este trabajo muestra los resultados del diseño y aplicación de una estrategia teórico experimental en el campo de la enseñanza de la espectroscopia en un ambiente informal como lo es el observatorio astronómico. Actuaron como visitantes dos grupos de estudiantes, uno de Ingeniería Catastral y Geodesia de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, y el otro de integrantes del Grupo de investigación en Enseñanza y Aprendizaje de la Física (GEAF) de la misma institución universitaria. Se realizó una investigación cualitativa de tipo investigación acción, para lo cual se diseñó una estrategia de interacción basada en los experimentos ilustrativo y casero desde una Perspectiva Dimensional de la Didáctica de la Física, en la línea de pensamiento de Castiblanco e Nardi (2022), logrando que los participantes presentaran avances en su lenguaje e inquietudes de corte científico. Lo cual, nos permitió, potenciar la visita a un observatorio pasando del plano meramente lúdico a uno de estímulo al desarrollo del pensamiento científico. Si bien, los participantes que hicieron parte de la toma de datos para este estudio, son personas que tienen afinidad con la ciencia, para la mayoría de ellos el tema de espectroscopia era relativamente desconocido. A partir de los resultados presentados en este trabajo se realizaron talleres con estudiantes de educación media obteniendo resultados similares.

Los conceptos de la espectroscopia suelen ser considerados como de gran complejidad, razón por la cual sería impensable de ser enseñado en un contexto informal. Sin embargo, es un tema que se puede hacer accesible a las personas ya que está a la base de muchas explicaciones de la astrofísica con fenómenos que se pueden visualizar a simple vista y que resultan de interés para la población en general. En la ciencia es aplicado desde hace más o menos 100 años en estudios de la Biología, Química, Astronomía y Física, por lo que tiene una gran diversidad de aplicaciones en temas que resultan curiosos e interesantes para los ciudadanos.

De otra parte, es importante resaltar que a comienzos del año 2019, la Universidad Distrital Francisco José de Caldas abre el Observatorio Astronómico; el cual, está dotado con nuevos y actualizados elementos e instrumentos, necesarios para



desarrollar de manera apropiada la Astronomía, entre los cuales está el Espectrógrafo LISA; un aparato útil para extraer e interpretar la información que contiene la luz, como por ejemplo, nos permite saber sobre la composición química de diferentes astros.

Sin embargo, el uso de estos equipos para interactuar con la sociedad, requiere del diseño de procedimientos que potencien la interacción con la ciudadanía. Para lograr esto, respondimos la pregunta de investigación ¿Cómo estimular el pensamiento científico de un grupo de visitantes al observatorio astronómico aprovechando una práctica de espectroscopia? Lo cual nos llevó a crear una estrategia de enseñanza teórico-experimental, donde le aportáramos conocimientos al participante. Con esta investigación mostramos una posibilidad de lograr aprendizajes de la física, con sentido, en un ambiente no formal.

## **Marco teórico**

### ***Perspectiva Dimensional de la Didáctica de la física***

De acuerdo con Castiblanco e Nardi (2018) la perspectiva dimensional de la didáctica de la física se fundamenta en la idea de que la formación del pensamiento del profesor, para la enseñanza, debe darse en al menos tres dimensiones cognitivas, la disciplinar, la sociocultural y la interaccional. Es decir, no basta con que el profesor tenga el conocimiento científico, ni siquiera es suficiente con que tenga a quien enseñárselo, pues para diseñar y aplicar procesos de enseñanza que resulten efectivos, el profesor debe ser educado para la toma de conciencia sobre su rol como transformador del pensamiento de sus alumnos y de la sociedad en general, pero además debe aprender como ejecutar en la acción dicho rol transformador. Esto implica la formación para la metacognición de su propio saber de la física en torno a una dimensión disciplinar, también la formación para la crítica reflexiva sobre la realidad de los contextos educativos desde una dimensión sociocultural, y de igual manera formarlo para la innovación contextualizada en el marco de una dimensión interaccional. Se trata de educar al profesional de la enseñanza como un didactólogo de las ciencias, con capacidad de transformación social y académica del mundo (Castiblanco, 2017; Castiblanco & Vizcaíno, 2018).

Esta teoría, esta a su vez inspirada en una multiplicidad de conocimientos ya producidos en la literatura especializada del área con autores que orientan las transformaciones necesarias en la formación de profesores y los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, tales como las propuestas de formación del profesor crítico, en (Fischman & Sales, 2010) y (Giroux, 1997), el profesor reflexivo en autores como (Alarçao, 2003), (Copello & Sanmartí, 2001), (Nóvoa, 1992) y (Zeichner, 2003), el profesor investigador con autores como (Elliott, 1990), (Gatti, 2004) y (Ludke, 2001), el profesor autónomo o intelectual en autores como (Tardif & Lessard, 2005), (Shulman, 1987). Sin embargo, desde esta perspectiva dimensional no se asume la definición de la didáctica como las metodologías o el saber de la “traducción” del saber sabio a un saber escolar, como se expresa en (Grisales-Franco, 2012) quien hace un recuento histórico del significa de la didáctica universitaria desde la antigüedad hasta la actualidad, y que por supuesto se basa en la idea de la transposición didáctica. En cambio, se entiende como la formación profesional del profesor para saber como orientar el desarrollo del pensamiento de sus estudiantes.

Para este caso, el investigador que actuó como docente en el observatorio, fue formado en esta línea de pensamiento y en consecuencia diseñó las actividades para impactar el pensamiento científico de los visitantes al observatorio. Se basó principalmente en la caracterización de tipologías de experimentos expuesta por (Avendaño, 2012), (Castiblanco, 2021), (Enciso, 2016) (Umaña, 2020) (Nardi & Castiblanco, 2019), a partir de lo cual se enriquece la interacción entre los participantes de un proceso de enseñanza, ya que la categorización de los experimentos en tipologías se hace de acuerdo con las posibilidades que ofrecen en términos de formación de habilidades de pensamiento, de tal manera que cuando el profesor reconoce tipologías de experimentos potencializa su capacidad de acción en el aula.

En el experimento casero el profesor diseña y elabora un montaje para presentarlo a sus estudiantes explicando en qué consiste, luego desafía a los estudiantes a construir su propia versión de dicho montaje facilitándole los materiales incluso para adecuar partes que no tiene la versión original, para lo cual se debe ir justificando la toma de decisiones. Esto facilita que se acompañe al estudiante en la identificación de variables, parámetros, constantes, así como en el refinamiento de las ideas mediante las cuales habla del fenómeno que está en estudio, por lo tanto, es una actividad en donde todos los participantes del proceso están dialogando permanentemente en pro de nuevas significaciones. Para este caso se utilizó la construcción de un espectrógrafo de caja de cartón con trozos de CD.

Por su parte, con el experimento ilustrativo, el profesor presenta la ocurrencia de un fenómeno a través de algún dispositivo, describiendo y explicando el fenómeno físico en cuestión, pero debe desarrollar el discurso de tal manera que haga dudar al estudiante sobre lo que está observando. Así, a través de la duda se construye un diálogo que gira en torno a las inquietudes de los estudiantes, en donde el docente va ofreciendo dosificadamente los recursos para poner a prueba el discurso científico del estudiante, entonces estimula la imaginación, fortalece el lenguaje científico y le ofrece seguridad al estudiante para irse involucrando con el montaje. En este caso se utilizaron las rejillas de difracción para observar la luz emitida por tubos de descarga que contienen diferentes gases, así como el análisis de las gráficas obtenidas por el espectrógrafo LISA.

### ***Espectro electromagnético y espectroscopia***

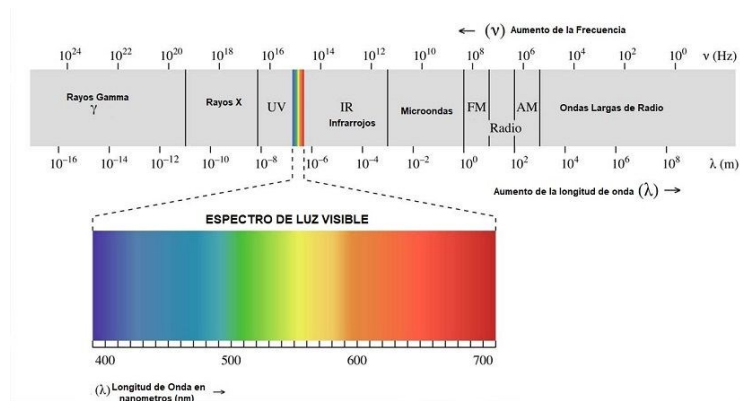
La espectroscopia en un observatorio astronómico se usa para estudiar de qué están compuestos los astros lejanos en el universo, de los cuales, lo único que podemos tener es la luz que emiten y que llega a nuestros ojos. Este tipo de estudio de la luz fue posible hacerlo solo después de que se unificaron las teorías de la electricidad y el magnetismo, que tuvo como una de sus consecuencias la construcción de un modelo explicativo en torno a la luz como onda electromagnética. De acuerdo con (Feynman, 1987) fue Maxwell quien alrededor de 1860 combinó las leyes de la electricidad y el magnetismo con las leyes del comportamiento de la luz, y a partir de ahí se postuló que la luz es un conjunto de ondas electromagnéticas.

Es decir, que cuando la luz viaja se entiende que lo que está viajando es una onda que tiene una determinada frecuencia de vibración y lo que vibra es una oscilación entre un campo magnético y un campo eléctrico, así, dependiendo del valor de la frecuencia de vibración aparece un color visible al ojo humano, como los colores del arcoíris, pero también aparece la luz no visible al ojo humano que se puede detectar con diversos

instrumentos de medida. De modo que el espectro electromagnético está compuesto por la superposición de un conjunto de frecuencias o colores, en donde tan solo una pequeña franja de frecuencias de ese espectro es visible al ojo humano ya que hay otras “frecuencias” con mayor vibración que la correspondiente al color violeta y con menor vibración que la frecuencia correspondiente al color rojo.

En síntesis, la espectroscopia estudia la luz que absorbe, emite o dispersa la materia. Para estudiar la luz es necesario hacer pasar la luz proveniente de alguna fuente a través de un instrumento que la descompone en las diferentes frecuencias que la componen. Este instrumento es el espectroscopio. El objetivo de analizar la luz es principalmente encontrar las diferentes frecuencias que componen la onda electromagnética, ya que se ha caracterizado la relación directa que existe entre cada frecuencia, que produce un color en el espectro, con el comportamiento de los elementos químicos. Esto hace que la espectroscopia sea útil para conocer la composición química de diferentes cuerpos celestes (Sañudo, 2013).

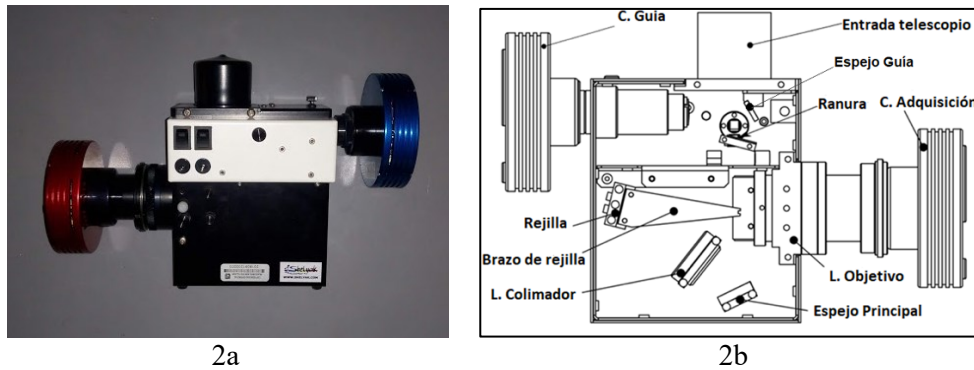
Dentro del espectroscopio se encuentra un prisma o una rejilla de difracción, que hacen que la luz se refracte o se difracte, es decir, que cambie la velocidad y la dirección con la que llega al instrumento, y al final, el resultado de atravesar el prisma o la rejilla, es que la luz sale dispersa, pues cada onda toma una nueva dirección, entonces se observan las diferentes frecuencias que la conforman (Bertomeu & García, 2019) (Hecht, 2000). De acuerdo con Serway (2005) el espectro electromagnético se compone de menor a mayor por frecuencias de radio, microondas, infrarrojo, luz visible, ultravioleta, rayos X y rayos gama. En la Figura 1 se observan los valores de dichas frecuencias y se puede apreciar la ubicación de la luz visible dentro del espectro electromagnético.



**Figura 1** - Espectro electromagnético y los valores de las respectivas frecuencias.

**Fuente:** (Library, 2020) <https://chem.libretexts.org/@go/page/1779>.

El espectrógrafo LISA con que cuenta el observatorio de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas funciona igual que un espectroscopio, analiza la luz descomponiéndola en las diferentes longitudes de onda que la conforman. Pero adicionalmente tiene capacidad óptica de alta resolución, cuenta con una cámara fotográfica que almacena la imagen del espectro lo cual permite ir archivando imágenes para luego analizarlas mediante software (Thizy & Cochard, 2012). El espectrógrafo LISA se usa para medir los espectros de la luz proveniente de las estrellas, a esta aplicación de la espectroscopia se le denomina Espectroscopia Estelar. En la Figura 2 vemos una imagen del espectrógrafo LISA.



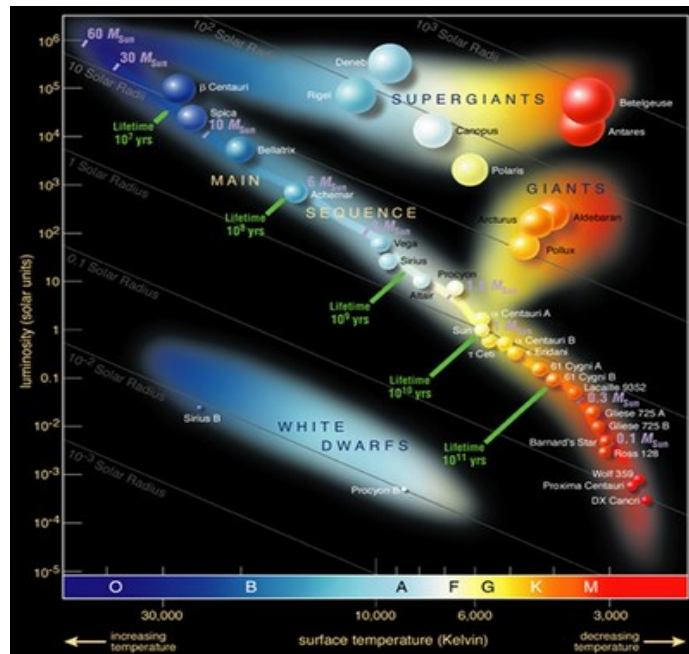
2a  
2b  
**Figura 2** - (a) fotografía del espectrógrafo LISA,  
(b) Esquema de la estructura del espectrógrafo.  
**Fuente:** los autores.

El funcionamiento interno del espectrógrafo LISA consiste en que la luz del objeto analizado entra por el telescopio y atraviesa la ranura para ser reflejada por el espejo principal, el cual al estar inclinado hace que la luz incida justo sobre el lente colimador. Esta lente, transforma la luz en un haz paralelo. El haz paralelo se direcciona hacia la rejilla que difracta la luz y por ende la dispersa en todas las longitudes de onda de la cual está constituida, es decir, produce el espectro. Así, el espectro se direcciona hacia el lente objetivo en donde se toma la imagen para analizarla.

Hertzsprung, un astrónomo del siglo XX que fue pionero en utilizar las técnicas de la espectroscopia para estudiar las estrellas, analizó el brillo de muchas estrellas y con ayuda de la clasificación espectral realizada por Cannon, construyó un diagrama de estrellas, en donde se representa la relación del brillo, tamaño y color de las estrellas. De manera similar el Astrónomo estadounidense Henry Norris Russell, creó un diagrama donde relacionaba el color, brillo y temperatura de las estrellas, muy similar al propuesto por Hertzsprung. A pesar de que ambos tenían un diagrama muy similar Russell confirmó que el trabajo de Hertzsprung había sido algo anterior al suyo. Sin importar esto, el diagrama fue llamado como el Diagrama Hertzsprung-Russell o simplemente el Diagrama H-R, el cual tiene un eje horizontal para ubicar valores de temperatura y uno vertical para ubicar el brillo o luminosidad. De acuerdo con (Paolantonio, Camino, & Merlo, 2021, p.160).

Hertzsprung estaba convencido de que la clasificación espectral más detallada realizada por Antonia Maury era mucho más completa que la presentada por Annie Cannon. Por ello comenzó a investigar la relación entre temperatura y luminosidad, en forma independiente con el astrónomo suizo Alexander von Rasfeldt. En 1911, Hertzsprung encontró diferencias entre el brillo de las estrellas rojas y, utilizando la ley de radiación de Planck propuesta una década atrás, concluyó que la misma se debería a una diferencia de tamaño. Aquí surge la distinción entre estrellas gigantes y estrellas enanas. Además, halló una correlación entre la magnitud absoluta visual y el color de las mismas, hoy denominado “índice de color”. Asimismo, dos años después Russell obtuvo una correlación similar, pero con el tipo espectral establecido en la clasificación de Harvard. En estas representaciones se evidenciaron que la mayoría de las estrellas se distribuyen en una zona central, llamada Secuencia Principal, con las características de “enanas” establecidas por Hertzsprung, y otras en menor medida en regiones ubicadas a la derecha y en el sector superior, con propiedades de “gigantes” (Paolantonio, Camino, & Merlo, 2021, p.160).

La escala de temperatura, acorde a la clasificación hecha por Cannon, empieza desde las temperaturas mas altas y va hasta las temperaturas mas bajas, es decir, que la clasificación estelar se ubica en el eje horizontal desde la O hasta la M, en donde, mas cercano a O quiere decir de mayor temperatura y mas cercano a M significa de menor temperatura. En el eje vertical se organiza una escala de luminosidad tomando como referencia nuestro Sol, tal como se observa en la Figura 3.



**Figura 3** - Diagrama Hertzsprung-Russell para representar la relación entre brillo, temperatura y tamaño de las estrellas.  
**Fuente:** (Naukas, 2020).

A la línea central que atraviesa en diagonal desde la parte superior izquierda hasta la parte inferior derecha, se le denomina como Secuencia Principal. Allí se encuentran la mayoría de estrellas, incluyendo nuestro Sol, dado que son estrellas que fusionan H en He y que aún no han evolucionado. Por encima de la Secuencia Principal están las estrellas gigantes y súper gigantes, nótese que a pesar de que tienen temperaturas muy similares a varias de la secuencia principal, se diferencian en su luminosidad y por lo tanto en su tamaño. Debajo de la secuencia principal se encuentran las enanas blancas que son pequeñas, pero con densidad enorme, por lo tanto, con altísimas temperaturas. Gracias a este diagrama se logra definir una tercera clasificación, fruto de la relación entre la luminosidad y el tamaño. La clasificación general de las estrellas actualmente se define como:

- Ia0: Son estrellas súper gigantes extremas.
- Ia: Son estrellas súper gigantes luminosas.
- Iab: Son estrellas súper gigantes moderadas.
- Ib: Son estrellas súper gigantes menos luminosas.
- II: Son estrellas gigantes brillantes.
- III: Son estrellas gigantes normales.
- IV: Son estrellas sub gigantes.
- V: Son estrellas enanas, estrellas de la Secuencia Principal.

- VI: Son estrellas sub enanas.
- VII: Son estrellas enanas blancas.

Si pensamos en la clasificación espectral del Sol encontramos que es una estrella G2V, lo que significa que su temperatura esta cerca a los 5.500 K y el V significa que está en la secuencia principal.

### **Metodología de investigación**

Dado que se trabaja con personas y con los discursos que ellas puedan producir, enmarcamos esta como una investigación cualitativa fundamentada en la perspectiva de (Flick, 2009) quien la caracteriza como un camino para comprender, describir y explicar los fenómenos sociales y educativos desde diferentes perspectivas.

Puntualmente asumimos la investigación acción, dado que el investigador fue el mismo docente que planeó, ejecutó y analizó la estrategia. Según (Elliot, 1990) la investigación acción ofrece la posibilidad de consolidar un problema asociado al propio ejercicio docente y su solución con la cooperación de los estudiantes. En este caso, el problema del investigador está asociado a como mejorar su desempeño como instructor en la visita que hacen grupos de estudiantes al observatorio astronómico con el fin de ofrecer un espacio de desarrollo del pensamiento.

Los instrumentos de toma de datos fueron los relatos hechos por el docente investigador a partir de su observación directa de lo ocurrido. Lo cual se complementó con el diseño y diligenciamiento de una rejilla de observación por parte de un colega que lo acompañó solamente observando y cuyo principal indicador de observación fueron las expresiones espontaneas manifestadas por los participantes en los diferentes momentos. Se realizaron dos sesiones de observación con dos grupos diferentes, el primero eran estudiantes de Ingeniería Catastral y geodesia de la Universidad Distrital con edades entre los 20 y 25 años y el segundo eran Integrantes del Grupo de investigación en Enseñanza y Aprendizaje de la Física-GEAF, también de la Universidad Distrital, con edades diversas desde jóvenes hasta adultos.

El objetivo principal era generar una práctica que le permitiese al participante discutir sobre los conceptos básicos de la espectroscopia y su aplicación en la Astronomía, así como generar inquietudes en ellos.

La estrategia de intervención del docente investigador durante la visita, se dividió en tres etapas, la duración de las tres etapas fue aproximadamente de tres horas, siendo mas o menos una hora por cada etapa.

### ***Presentación de un experimento ilustrativo***

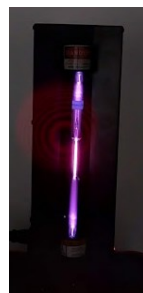
Mediante el uso de gafas que están hechas de rejillas de difracción, y el uso de tubos de descarga. En esta parte se presentaron informaciones sobre la historia del fenómeno, así como sobre el porqué se observa lo que se observa a través de las gafas, generando un diálogo permanente con los participantes. Se analizaron especialmente las intervenciones espontaneas de los visitantes, preguntas sobre el tema, reacciones al observar los tubos de descarga encendidos y la relación que iban encontrando entre la

explicación ofrecida sobre el desarrollo histórico y el experimento observado. En la Figura 4 están los estudiantes observando la luz emitida por los tubos de descarga, haciendo uso de las gafas. En las Figuras 5 y 6 se ven las imágenes que se observan a través de las gafas para los casos de hidrogeno y helio.



**Figura 4** - Estudiantes observando los tubos de descarga mediante rejillas de difracción en las gafas.

**Fuente:** los autores.



5a



5b

**Figura 5** - Espectro del hidrogeno obtenido con rejilla de difracción.

(a) Luz emitida por el hidrogeno sometido a descarga eléctrica.

(b) Espectro obtenido de la luz emitida por el hidrógeno.

**Fuente:** los autores.



6a



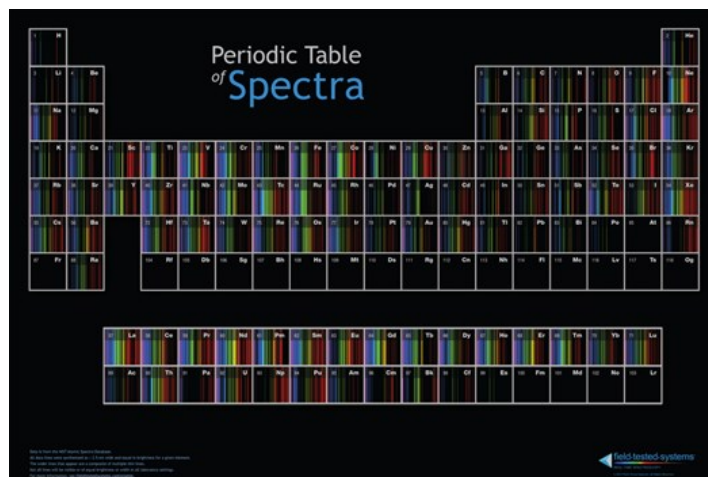
6b

**Figura 6** - Espectro del Helio con rejilla de difracción. (a) Luz emitida por el helio sometido a descarga eléctrica. (b) Espectro obtenido de la luz emitida por el helio

**Fuente:** los autores.



En seguida, disponemos la tabla periódica con los espectros de las diferentes sustancias, disponible en la literatura online, con el fin de ampliar la información respecto a los espectros de emisión, en el que se nota que cada material tiene su propio patrón de líneas.



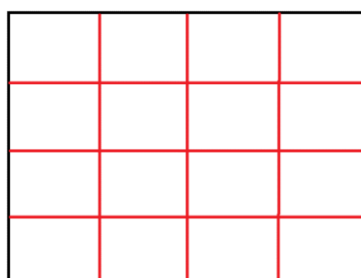
**Figura 7** - Tabla Periódica espectral.

**Fuente:** Field (2021). <https://www.fieldtestedsystems.com/>

### ***Construcción del espectroscopio casero y aplicación con los tubos de descarga.***

En la segunda etapa se presentó un espectroscopio construido por el docente y se entregaron las instrucciones y los materiales a los visitantes, para que construyeran su propio espectroscopio casero. Durante el proceso de elaboración, nos enfocamos en las reacciones y preguntas que cada uno iba presentando, haciendo notar para todos, las inquietudes, los comentarios, las curiosidades que mencionaban. Una vez finalizada la construcción del espectroscopio casero, se revisó con todos, la manera en que los participantes lo usaron para observar los tubos de descarga y las preguntas que surgían al observar el experimento, lo cual propició un ambiente de confianza para expresar diversas ideas.

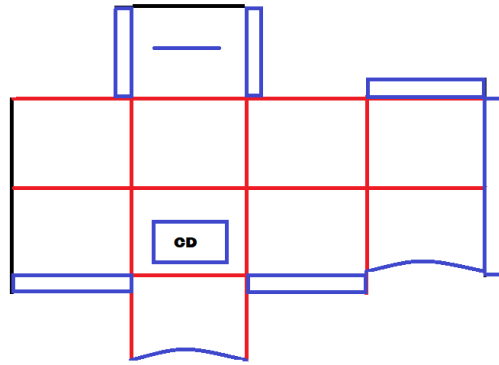
En las Figuras 8, 9 y 10, se encuentra el modelo para la construcción del espectroscopio casero, que requirió de un octavo de cartulina, 1 CD, tijeras y pegamento. El octavo de cartulina se divide en 16 paralelogramos del mismo tamaño, en donde luego se resalta el croquis indicado, para plegarlo y formar una caja que debía tener una ranura por la cara frontal y un agujero visor por la cara posterior. Dentro de la caja en la parte de abajo se pegan trozos de CD ubicados convenientemente para hacer que la luz que entra por la ranura se difracte en los trozos de CD.



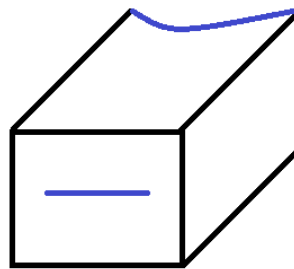
**Figura 8** - Modelo para construir espectroscopio casero.

**Fuente:** los autores.





**Figura 9** - Croquis del espectroscopio casero.  
**Fuente:** los autores.



**Figura 10** - Esquema del espectroscopio Casero.  
**Fuente:** los autores.

La línea horizontal azul representa la ranura por donde entra la luz y la línea azul curva es por donde el observador mirará el trozo de CD.

Para hacerlo funcionar basta con hacer entrar cualquier tipo de luz a través de la ranura. Luego se observa el CD dentro de la caja, con el fin de ver el espectro. El CD actúa como prisma y por lo tanto al incidir la luz, produce el espectro respectivo. En el uso del espectroscopio casero, se utilizaron tubos de descarga, lo cual permite ver diferentes formas de espectros, es decir, diferentes configuraciones de frecuencias. En la Figura 11 tenemos una fotografía de la imagen de espectro lograda cuando la fuente de luz es el Sol. En la Figura 12 cuando la fuente es un tubo de descarga que contiene hidrogeno, y en la Figura 13 un tubo de descarga con helio. En la Figura 14 presentamos dos escenas de visitantes participando en la construcción del espectroscopio casero.



11a



11b

**Figura 11** - Espectro de la luz Solar con Espectroscopio Casero.  
(a) Fuente de luz solar. (b) Imagen observada en el espectroscopio.  
**Fuente:** los autores.



12a



12b

**Figura 12** - Espectro del Hidrogeno con Espectroscopio Casero. (a) Luz emitida por el hidrogeno sometido a descarga eléctrica. (b) Imagen observada en el espectroscopio, del espectro del hidrogeno.

**Fuente:** los autores.



13a



13b

**Figura 13** - Espectro del Helio con Espectroscopio Casero. (a) Luz emitida por el helio sometido a descarga eléctrica. (b) Imagen observada en el espectroscopio, del espectro del helio.

**Fuente:** los autores.



**Figura 14** - Visitantes elaborando su espectroscopio casero.

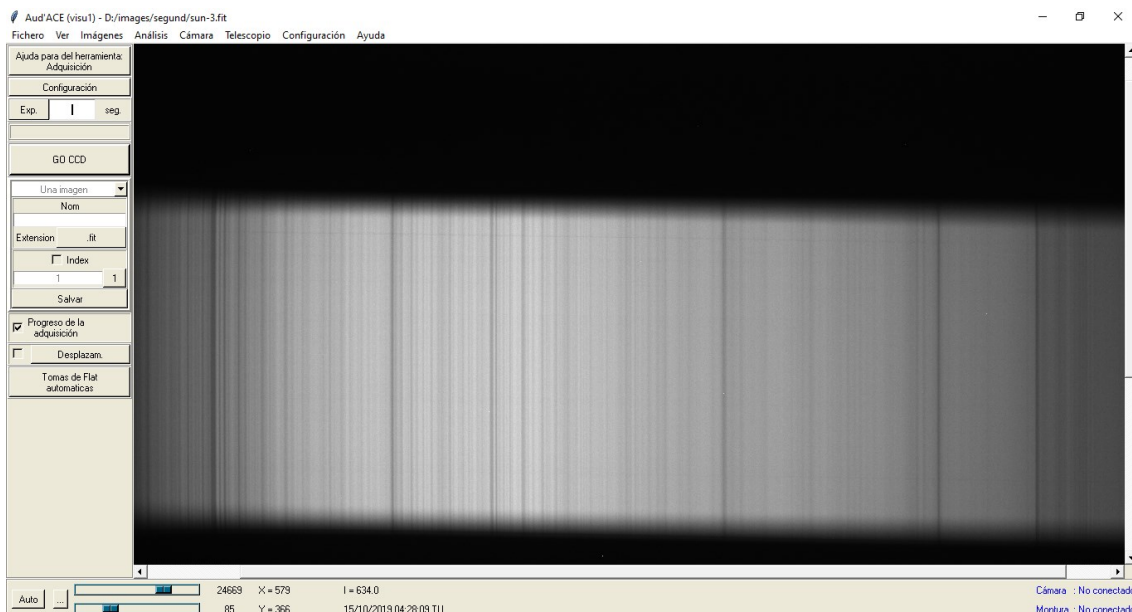
**Fuente:** los autores.

### *Uso del Espectrógrafo LISA*

Una vez el participante comprendió la idea general de la espectroscopia, se les brindó información más específica sobre este campo de conocimiento, pero ahora relacionándola con la Astronomía y su aplicación en el estudio de las estrellas. Este procedimiento fue idéntico al anterior, pero usando un instrumento mas sofisticado

ópticamente, pues, visto desde la Tierra, la luz de las estrellas es menos intensa en comparación con la del Sol y requiere de instrumentos que capten esa intensidad de luz. Entonces, se explicó el funcionamiento del espectrógrafo LISA y el modo como se usa para estudiar la composición de las estrellas. En esta fase, la intervención del participante fue de observador pasivo, pues el espectrógrafo LISA tiene procedimientos específicos para un funcionamiento correcto; en consecuencia, solo fue manipulado por el docente quien iba explicando el proceso y atendía los comentarios y preguntas de los participantes que se disminuyen al encontrarse frente a algo en lo que se sienten con menor dominio.

Las imágenes obtenidas mediante LISA son como se muestra en la Figura 15. Allí vemos el espectro solar, ya que fue la primera estrella que se observó por la facilidad de captar su luz. Al obtener el espectro del Sol, se notaron las líneas de absorción que evidenció Fraunhofer. Es de anotar que un espectro puede ser conseguido a partir de líneas de absorción o de emisión. La diferencia entre las dos técnicas es el momento en el que se captura la luz luego de una transición electrónica. Es decir, cuando se provoca la excitación de los electrones, que los lleva a pasar de un nivel inferior de energía a uno superior, los átomos absorben energía de una frecuencia determinada para cada elemento, de modo que si se logra registrar la luz que no ha sido absorbida por los átomos entonces se llamará espectro de absorción, pero si se logra registrar la radiación que ocurre después de que los electrones hayan vuelto a su estado, para lo cual deben emitir la energía que habían absorbido, entonces se llamará espectro de emisión.



**Figura 15** - imágenes obtenidas mediante el espectrógrafo LISA.  
Se observan líneas oscuras y la mayoría claras.

**Fuente:** los autores.

## Resultados

A continuación, analizamos los resultados de haber diseñado, aplicado y observado el desarrollo de las actividades en las visitas al Observatorio Astronómico, prestando especial atención al nivel de logro en términos de estímulo al pensamiento científico y construcción de conceptos básicos de la espectroscopia.

### *En torno al experimento ilustrativo*

Como ya describimos, el tema se introdujo a partir del experimento ilustrativo, relatando hechos de la historia de la espectroscopia. Allí, encontramos que todos los participantes presentaron un gran asombro al usar por primera vez las gafas (espectroscopio profesional) y ver el espectro de la luz solar, esto facilitó el dialogo conducente a la construcción de conocimiento. A continuación, exponemos algunas de las declaraciones espontáneas que se presentaron con mayor frecuencia durante el proceso. Para ello identificaremos a cada participante con la letra *P* seguida de un subíndice que diferencia un participante de otro. No distinguimos entre un grupo y otro, dado que en general las reacciones se repitieron resaltando mas o menos los mismos aspectos que les llamaron la atención. Igualmente identificaremos al docente investigador con el código *Di*.

*P1: “¿Quiere decir que el color que vemos con nuestros ojos es la combinación de todos los colores que se ven con las gafas?”*

En este caso se observa que reflexionan sobre el hecho de que están viendo que la fuente de luz ofrece una luz blanca, pero al mirarla con las gafas observan muchos colores, lo que los lleva a preguntar si en verdad la luz blanca es la sumatoria de todas las frecuencias.

Otra manifestación de asombro fue al observar que para diferentes fuentes de luz se observaban diferentes patrones de líneas de colores.

*P2: ¿Es decir que cada elemento tiene un espectro único?*

Para cada una de las preguntas el docente investigador va dando las respuestas en voz alta para todos y ahí van surgiendo diálogos en torno a cada aspecto. En este caso, por ejemplo, el diálogo giró en torno a los nombres que reciben las diferentes sustancias químicas justamente haciendo honor al color mas brillante que aparece en su espectro. Así, elementos como el Cesio, Rubidio y Talio toman su nombre gracias al análisis de los espectros de cada uno, en donde el Cesio que del latín se traduce como “azul cielo” hace alusión a dos líneas de azul brillante que aparecen en su espectro. El Rubidio que del latín se traduce como “rubio” hace alusión al color dorado y rojizo brillante que caracteriza su espectro. El talio traducido del griego significa “retoño verde o rama” y su espectro de emisión se caracteriza por líneas de color verde brillante. Igualmente reaccionaron con inquietudes al enterarse de que el Helio se descubrió por primera vez en el Sol y por eso lleva ese nombre, ya que Helio traducido del latín significa “Sol”. En Hernandez (2006) se encuentra mayor información sobre el origen de los nombres de los elementos.

También se produjeron diálogos en torno a la composición atómica de cada elemento para tratar de comprender el porqué cada elemento genera un espectro distinto. En un grupo se discutió sobre un posible “animismo” en la explicación del docente investigador, ya que estaba explicando el hecho de la producción de los fotones al interior del átomo con frases como “el electrón salta de un nivel de energía a otro” o “el electrón siempre busca su mínimo nivel de energía”, frente a lo cual algunos de los participantes llamaban la atención sobre si el electrón tenía voluntad propia para saber cuándo saltar o buscar en donde quería estar, lo cual podría generar un obstáculo epistemológico en el sentido en que lo analizan (Castiblanco & Vizcaíno, 2020).

El docente aceptó la inquietud y procedió a explicar que es usual describir el comportamiento del electrón de este modo al ser excitado con aumento de energía y explicó algunas ideas intentando precisar la explicación del comportamiento del electrón,

*Di: Un átomo puede absorber diferentes tipos de energía, por ejemplo térmica y luminosa, y cuando absorbe energía las partículas que lo componen se excitan, es decir, aumentan su energía. Los electrones dentro del átomo están ubicados de manera natural en algún estado de energía, pero cuando reciben energía extra, se sale de su nivel de energía, lo cual es un desequilibrio de su estado, entonces emite luz, este momento se llama como emisión de radiación. Cuando el electrón emite esta radiación queda nuevamente en su equilibrio natural. Esa luz que emite es la que permite detectar el espectro en forma de colores, cuando dicha radiación está en el rango de frecuencias de los colores visibles al ojo humano. Y cada material se desequilibra con unos valores diferentes, por eso emiten radiación diferente.*

En general, hubo comentarios en donde manifestaban que de verdad eran las gafas las que hacían aparecer los colores y de manera indirecta comienzan a mostrar comprensión sobre el concepto de difracción. Es decir, que toman conciencia de que la luz solo al pasar por la rejilla experimenta la descomposición y por eso nuestros ojos perciben colores, rápidamente empiezan a asociar con diferentes frecuencias que componen la luz blanca. Entonces surgen preguntas sobre como están hechas las gafas, a lo cual se responde sintéticamente que:

*Di: es una lámina, que en este caso es de un tipo de plástico al que se le han imprimido una gran cantidad de ranuras o rendijas paralelas por donde puede pasar la luz, pero el ancho de cada rendija es muy pequeño, es del orden de los nanómetros, menor que la longitud de onda de la luz blanca y por eso la descompone.*

Por otro lado, las reacciones de asombro de los visitantes tanto de ingeniería como del semillero GEAF al usar por primera vez las gafas, muestra la importancia y la necesidad de conectar al visitante con la teoría y desarrollo de la espectroscopia por medio de la experimentación ilustrativa.

La información suministrada a los visitantes sobre el descubrimiento de elementos como el Helio, Talio, Rubidio y Cesio tuvo un impacto notable, pues los visitantes se mostraron interesados en saber más al respecto, lo que permitió complementar el desarrollo histórico de la espectroscopia. Los visitantes manifestaron que ahora veían como la espectroscopia tiene repercusión en diferentes disciplinas.

#### ***A partir del experimento casero***

Se notó una participación activa en la construcción del espectroscopio, ayudándose unos a otros y sorprendiéndose cada vez que alguno lograba terminarlo y observar algo. Los dos grupos lograron elaborar los prototipos relativamente rápido y espontáneamente iban buscando diversas fuentes de luz para observar, algunos directamente preguntaban sobre si podrían hacer modificaciones al montaje, ya que tenían algunas hipótesis, por ejemplo:

*P<sub>3</sub>: “¿Puedo hacer un orificio más grande para que entre más luz en el espectroscopio?”*

*P<sub>4</sub>: Podría dejarle destapado todo el lado de observar...*

Cuando se les dispusieron los tubos de descarga para que observaran la luz emitida por los gases se sorprendieron al notar que observaban los espectros de manera bastante similar a como se habían visto con las gafas. Muchos comentaban sobre lo simple del montaje casero y lo importante para estudiar este fenómeno. Aún cuando algunos no lograban el mismo resultado y cuestionaban pidiendo que les explicaran si estaban comprendiendo algo mal o estaban haciendo algo mal. Por ejemplo,

*P<sub>5</sub>: “¿Por qué en el espectro del hidrogeno se ven líneas tenues de color verde cuando se supone que se deberían ver líneas rojas y azules?”*

*P<sub>6</sub>: “¿Por qué con mi espectroscopio no puedo ver las líneas de colores?”*

Constatamos que los participantes presentaron facilidad para construir el espectroscopio casero, lo cual es el resultado de la preparación cuidadosa del material y la orientación ofrecida con lenguaje sencillo y claro, en donde se les iba haciendo reflexionar sobre lo básico que se requería, que era una caja oscura a donde entraría luz por una delgada ranura, la cual incidiría en el trozo de CD que haría las veces de rejilla de difracción, dispersando la luz que llegaría al ojo que observa por un orificio ubicado en el lado opuesto a la ranura. Luego, se hacían reflexiones sobre que la espectroscopia consiste básicamente en producir espectros para analizarlos por diferentes métodos.

Cuando P<sub>3</sub> propone agrandar el orificio, se asumió como una pregunta importante para analizar como ver mejor los espectros, ya que está demostrando que ha caracterizado una de las variables que intervienen en el fenómeno, la cual es la intensidad de luz, de modo que se dialogó con todos sobre cuál sería la cantidad de luz que se requeriría para observar mejor el fenómeno, la respuesta del docente investigador fue:

*Di: intentémoslo con diferentes tamaños y veamos que ocurre...*

Así, se llegó a la conclusión de que el orificio más grande permitía un ingreso mayor de luz y a su vez una producción de espectros mas definidos, especialmente cuando se tiene luz proveniente de fuentes de menor intensidad lumínica, como en el caso del hidrogeno y el nitrógeno, pues cuando se tenía una ranura demasiado estrecha, de acuerdo a los estudiantes “entraba una intensidad de luz muy bajita”.

El participante P<sub>5</sub> cuestiona sobre el hecho de observar líneas de color verde en el espectro del hidrogeno, ya que al compararlo con lo visto a través de las gafas encontraba que no se deberían ver líneas verdes. Notamos que a pesar de que la capacidad del espectroscopio casero es muy buena, tiene una limitante y es que deja entrar luz proveniente de otras fuentes, en este caso, concluimos que además de la luz proveniente de la lámpara de hidrogeno, a este espectroscopio le estaba entrando luz solar, poca, pero suficiente para crear nuevas líneas de frecuencias (que el ojo humano percibe como colores), dicha luz estaría ingresando por la cúpula del observatorio.

Cuando el participante P<sub>6</sub> manifiesta que no logra observar alguno de los espectros en comparación con sus compañeros, los demás se mostraron curiosos por saber que estaba pasando. Se concluyó que este espectroscopio no cumplía una condición importante y es que el trozo de CD estaba demasiado cerca a la ranura, esto hace que la luz incidente en el CD se difracte hacia una dirección diferente al orificio visor, por lo tanto, no llega luz al ojo. El participante corrigió el defecto en su artefacto y comprendió que la ubicación del CD era estratégica en el espectroscopio casero pues la luz incide en

una determinada dirección y se refleja en otra determinada dirección, esto indica que se pudo profundizar un poco más en la comprensión de la dispersión de la luz y el modo como se comporta, pues para cada frecuencia (color) hay un determinado ángulo de desviación, y el trozo del CD al estar más cerca a la ranura dispersaba la luz en un ángulo que no coincidía con la dirección en que estaba ubicado el orificio visor.

### ***Por medio de un instrumento sofisticado***

Usando el espectrógrafo LISA se complementó lo aprendido con la observación y análisis de las imágenes obtenidas anteriormente, siendo este ya un instrumento sofisticado para la obtención y análisis de los espectros de las estrellas, en general, aparecieron preguntas sobre como son los espectros de las estrellas y como identificar allí los diferentes componentes químicos de una estrella. Frente a esto se hizo la descripción de los espectros que ya están disponibles en la literatura para cada una de las estrellas identificadas y se mostraron ejemplos de las gráficas que se obtienen.

Los participantes mostraron asombro e inquietudes al enterarse de que las estrellas rojas son las estrellas con más baja temperatura y que las azules son las que tienen más alta temperatura, pues desde el sentido común se pensaría que lo que esté rojo esta mas caliente que lo azul. Este asombro ocurrió principalmente en el grupo de ingeniería. Igualmente, encontraron sorprendente que también se pudiera saber la vida media de una estrella, de acuerdo al color de luz que emite la estrella, esto mediante el diagrama H-R, como se describió anteriormente. Lo anterior permitió concluir que nuestro Sol es una estrella de baja temperatura en relación a las demás estrellas del firmamento.

Cuando se presentaron los espectros ofrecidos por LISA se encuentra que estos son en blanco y negro y no en colores, entonces surgen preguntas como,

*P7: “¿Por qué el espectro se ve a blanco y negro con ese aparato?”*

*P8: “¿Qué grafica el programa cuando muestra esos picos?”*

*P9: “¿Por qué el espectro de una estrella es menos alto que el del Sol? ¿Por qué tiene menos líneas que las del Sol?”*

Frente a esto se hicieron aclaraciones como:

*Di: el espectrógrafo LISA tiene una cámara con imagen a blanco y negro, por lo tanto, todos los espectros estarán ausentes de color, la forma como se sabe su color, es justamente mediante el valor de la longitud de onda o de la frecuencia, arrojado por el software...*

*Di: el gráfico que se obtiene de los espectros de estrellas es menos alto en el eje vertical y no se parece al espectro del Sol. Esto ocurre debido a que la intensidad lumínica de una estrella es mucho menor en comparación con la de nuestro Sol...Por otra parte, la diferencia en la cantidad de líneas de absorción es debido a que existen distintos tipos de estrellas, con distintas temperaturas y por lo tanto con distintos elementos químicos, lo cual ofrece distinta cantidad de líneas espectrales.*

Los participantes se mostraron en general muy atentos e interesados en las respuestas que ofrecía el docente investigador. Mostraron comprensión en términos generales sobre la relación de color (frecuencia) con la energía de un cuerpo

(temperatura). Del mismo modo muchos de los participantes desconocían que el Sol es una estrella de temperatura baja en comparación con estrellas en todo el universo, lo cual les causó asombro y curiosidad por saber más sobre el tema. En esta parte se pudo notar que los participantes empezaron a hablar con mayor propiedad sobre el concepto de espectro como un conjunto de diferentes frecuencias de una onda electromagnética. Empiezan a asociar esto al comportamiento de cada elemento de la materia y su composición atómica.

## **Conclusiones**

La formación como docente investigador a partir de la perspectiva dimensional de la didáctica de la física, permitió diseñar una estrategia metodológica que logró involucrar a los participantes con conceptos básicos de la espectroscopia y les generó preguntas e inquietudes, lo cual entendemos como un estímulo al desarrollo del pensamiento científico. Es claro que falta mucho por investigar, para optimizar las visitas al observatorio astronómico con el fin de trascender la mera lúdica, sin embargo, vemos que esta estrategia ofrece un camino positivo.

La comprensión del uso del experimento ilustrativo y del experimento casero desde la dimensión interaccional de la didáctica de la física posibilita la participación activa de los visitantes y del docente o guía, hace que se involucren y ganen autoestima y confianza para apropiarse lenguaje científico, así como para preguntar, debatir, cuestionar, lanzar hipótesis, lo cual supera la participación pasiva y de contemplación de lo que ocurre. En el caso del espectroscopio casero cada participante se sintió dueño de su instrumento y así mismo responsable de hacerlo funcionar, lo cual despertó emociones de compañerismo, asombro, a veces frustración, o de satisfacción de haberlo logrado, lo cual los incentivó para continuar participando activamente en el proceso.

El uso del espectrógrafo LISA fue importante como complemento al proceso y permitió que informaciones más específicas pudieran ser brindadas luego de haber creado un ambiente de curiosidad y atención. Seguramente si se hubiera llevado a los visitantes directamente a ver las imágenes del espectrógrafo habría sido muy difícil crear ese mismo nivel de atención, pues realmente la información que arroja el software es compleja y abstracta. Se entiende que cuando un proceso limita al participante de manera indirecta, limita igualmente la posibilidad de aprendizaje.

La espectroscopia al ser una técnica compleja y multidisciplinaria, que se utiliza en diversos campos científicos, en particular la Astronomía, necesita ser vivida por cada participante y no solamente contada. De modo que, en conclusión, con esta experiencia mostramos que se creó una experiencia que pudo ser vivida por los participantes.

## **Agradecimientos**

Al Conselho Nacional de Pesquisa de Brasil, por financiar el proyecto marco en donde se desarrolla esta investigación, así como al Centro de Investigaciones y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas.



## Referencias Bibliográficas

- Alarção, I. (2003). *Professores reflexivos em uma escola reflexiva*. São Paulo: Cortez.
- Avendaño, R. et al. (2012). La enseñanza de la física a través de módulos experimentales. *Góndola Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 7(1), 32-49.
- Bertomeu, S. & García, J. (2019). *Espectroscopios*. Obtenido de Instrumentos Científicos. Recuperado em 7 de fev., 2022 de [www.uv.es/~bertomeu/material/museo/instru/espectro.htm](http://www.uv.es/~bertomeu/material/museo/instru/espectro.htm)
- Castiblanco, O. & Nardi, R. (2018). What and how to teach didactics of physics? An approach from disciplinary, sociocultural, and interactional dimensions. *Journal of Science Education*, 19(1).
- Castiblanco, O. & Vizcaíno, D. (2018). Re(conocimiento) de la disciplina a partir de ejercicios metacognitivos en la formación de profesores en física. *Revista Internacional de Aprendizaje en Ciencias, Matemáticas y Tecnología*, 5(1), 29-39.
- Castiblanco, O. & Vizcaíno, D. (2020). Obstáculos epistemológicos en el aprendizaje de algunos conceptos de física. In: A. Shigunov, A. Da Silva, D. Strieder & I. Fortunato. *A formação de professores de física em discussão: passado, presente*.
- Castiblanco, O. (2017). La interacción en el aula como una dimensión de la didáctica de la Física. *Tecné, Episteme y Didaxis, (extraordinario)*, 382-388.
- Castiblanco, O. (2021). *Tipologías de experimentación para la enseñanza de la Didáctica de la Física*. Itapetininga: Edições Hipótese.
- Copello, M. & Sanmartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciências centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciências*, 19(2).
- Elliot, J. (1990). Teachers as researchers: implications for supervision and for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 6(1), 1-26.
- Elliott, J. T. (1990). Teachers as researchers: implications for supervision and for teacher education. *Teaching & Teacher Education*, 6(1).
- Enciso, N. (2016). *Tipologías de experimentos en función de sus potencialidades para la formación de habilidades de pensamiento científico*. Trabajo de Grado de la Licenciatura en Física, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Feynman, R. (1987). *Física: mecánica, radiación y calor*. V.1. Wilmington: Addison-Wesley Iberoamericana.
- Field, T. (2021). *Field-Tested System*. Obtenido de *Real time spectroscopy*: Recuperado em 7 de fev., 2022 de [www.fieldtestedsystems.com/](http://www.fieldtestedsystems.com/)

- Fischman, G. & Sales, S. (2010). Formação de professores e pedagogias críticas. É possível ir além das narrativas redentoras? *Revista Brasileira de Educação*, 15(43), 7-20.
- Flick, U. (2009). *An introduction to qualitative research*. London: SAGE.
- Gatti, B. (2004). Formação do professor pesquisador para o ensino superior: desafios. In: R. Barbosa. *Trajetórias e perspectivas da formação de professores*. São Paulo: UNESP.
- Giroux, H. (1997). *Os professores como intelectuais: rumo a uma pedagogia crítica da aprendizagem*. Artmed.
- Grisales-Franco, L. M. (2012). Aproximación histórica al concepto de didáctica universitaria. *Educación y Educadores*, 15(6), 203-218.
- Hecht, E. (2000). *Óptica*. Madrid: Addison Wesley Iberoamericana.
- Heredia, S. (2009). Cómo construir un espectroscopio casero con un CD. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(3), 491-495.
- Hernandez, J. (2006). *Los elementos químicos y sus nombres*. Pliegos de Yuste, 1(4), 57-69.
- Library, U. (2020). *Electromagnetic Radiation*. Obtenido de Chemistry libre texts: Recuperado em 4 de mayo, 2020 de <https://chem.libretexts.org/@go/page/1779>
- Ludke, M. (2001). O Professor, seu saber e sua pesquisa. *Educação & Sociedade*, 22(74).
- Nardi, R. & Castiblanco, O. (2019). *Didática da física (2a ed.)*. São Paulo: UNESP, Editorial Escrituras.
- Naukas. (2020). Ciencia, escepticismo y humor. Obtenido de Cien años del diagrama de Hertzsprung-Russell, el gráfico que organizó las estrellas. Recuperado em 4 de mayo, 2020 de <https://naukas.com/2011/09/08/cien-anos-del-diagrama-de-hertzsprung-russell-el-grafico-que-organizo-las-estrellas/>
- Nóvoa, A. (1992). Formação de professores e profissão docente. In: Nóvoa. *Os professores e a sua formação*. Dom Quixote.
- Paolantonio, S., Camino, N. & Merlo, D. (2021). *La historia de vida de don Robert Winter*. Esquel, Argentina: Red de Museos de Observatorios Astronómicos Argentinos.
- Sañudo, M. C. (2013). *Evolución Histórica de los Principios de la Química*. Madrid: UNED.
- Serway, R. (2005). *Física para ciencias e ingeniería*. Bogotá: Thomson Learning.

- Shulman, L. (1987). Knowledge and Teaching: Foundations of the New Reform. *Harvard Educational Review*, 57(1).
- Tardif, M. & Lessard, C. (2005). *O trabalho docente: elementos para uma teoria da docência como profissão de interações humanas*. São Paulo: Vozes.
- Thizy, O. & Cochard, F. (2012). Shelyak Instrumens. In: LISA Pack. *High Luminosity Spectrograph User Guide & Reference Manual* (págs. 11-14). Shelyak Instrumens.
- Umaña, D. A. (2020). *Análisis del uso del experimento discrepante en la enseñanza de la física. Trabajo de Grado de la Licenciatura en Física*, Universidad Distrital Francisco José de Caldas-UDFJC., Bogotá, Colombia.
- Widiatmoko, E., Widayani, M., A., M. & Khairurrijal. (2011). Physics Education A simple spectrophotometer using common materials and a digital camera. *Phys. Edu.*, 46(3), 332.
- Zeichner, K. (2003). Formando professores reflexivos para a educação centrada no aluno: possibilidades e contradições. In: R. Barbosa. *Formação de educadores: desafios e perspectivas*. São Paulo: UNESP.

---

Artigo recebido em 14/10/2021.

Aceito em 15/06/2022.

## ASTROFOTOGRAFIA NA ESCOLA COMO RECURSO DIDÁTICO DE BAIXO CUSTO

 *Lucas Ferreira*<sup>1</sup>  
 *Danilo Arruda Furtado*<sup>2</sup>

**Resumo:** Nas últimas duas décadas, com a chegada de novas tecnologias, as formas de comunicação e interação global mudaram. Parte do número gigantesco de imagens compartilhadas a todo momento na Internet, cada vez mais, são astrofotografias. No entanto, nem sempre as astrofotografias são utilizadas para ensinar ciências ou Astronomia, ou têm qualquer relação com a educação em Astronomia. É notável a falta de acesso a materiais direcionados ao ensino de Astronomia e ciências a partir de astrofotografias. Percebe-se, também, a falta de direcionamento, acesso e aplicação da astrofotografia como recurso didático em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências. O objetivo do guia “Astrofotografia na escola” é tornar a astrofotografia e sua prática acessíveis e de baixo custo. Trata-se de um guia prático para ser utilizado na escola e em eventos de C&T, por professores, profissionais da educação e estudantes. A finalidade deste trabalho, é apresentar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” e contribuir para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos. Por fim, os objetivos propostos foram alcançados, uma vez que o guia “Astrofotografia na escola” foi apresentado, discutido, disponibilizado e difundido.

**Palavras-chave:** Astrofotografia; Mapa Celeste; Recurso Didático; Ensino de Astronomia; Baixo Custo.

## ASTROFOTOGRAFÍA EN LA ESCUELA COMO RECURSO DIDÁCTICO DE BAJO COSTO

**Resumen:** En las últimas dos décadas, con la llegada de nuevas tecnologías, las formas de comunicación e interacción global han cambiado. Parte del gigantesco número de imágenes compartidas todo el tiempo en Internet, cada vez más, son astrofotografías. Las astrofotografías no siempre se utilizan para enseñar ciencia o astronomía, ni tienen relación con la educación en astronomía. Se percibe la falta de acceso a materiales destinados a la enseñanza de la astronomía y las ciencias desde la astrofotografía. También se percibe la falta de orientación, acceso y aplicación de la astrofotografía como recurso didáctico en entornos formales y no formales de aprendizaje de las ciencias. El objetivo de la guía “Astrofotografía en la Escuela” es hacer accesible y de bajo costo la astrofotografía y su práctica. Es una guía práctica para ser utilizada en la escuela y eventos de CyT, por profesores, profesionales de la educación y estudiantes. El propósito de este trabajo es presentar el recurso didáctico “Astrofotografía en la escuela: Una guía rápida de astrofotografía para profesores y estudiantes” y contribuir al debate sobre el uso de las astrofotografías como recurso didáctico. Finalmente, se lograron los objetivos propuestos, ya que se presentó, discutió, dispuso y difundió la guía “Astrofotografía na Escola”.

**Palabras clave:** Astrofotografía; Mapa Celeste; Recurso Didáctico; Enseñanza de la Astronomía; Bajo Costo.

## ASTROPHOTOGRAPHY IN SCHOOL AS A LOW-COST DIDACTIC RESOURCE

**Abstract:** In the last two decades with the rise of new technologies, the forms of communication and global interaction have changed. Part of the gigantic number of images shared all the time on the internet,

<sup>1</sup> Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, Brasil. E-mail: lucasferreiraunb@gmail.com.

<sup>2</sup> Universidade de Brasília (UnB), Planaltina, Brasil. E-mail: danilof@unb.br.

increasingly, are astrophotographs. However, astrophotographs are not used very often to teach science or astronomy or have any relation with astronomy education. There is a notable lack of access to materials aimed at science and astronomy teaching using astrophotographs. It is also noticed the lack of instruction, access and application of astrophotography as a didactic resource in formal and non-formal environments of science learning. The goal of the “Astrophotography in school” guide is to make astrophotography and its practice low-cost and accessible. It is a practical guide to be used in school and S&T events, by teachers, education professionals and students. The purpose of this work is to present the didactic resource “Astrophotography in school: A quick astrophotography guide for teachers and students” and to contribute to the debate about the use of astrophotographs as teaching resources. Finally, the proposed goals were achieved, since the “Astrophotography in school” guide was presented, discussed, made available and disseminated.

**Keywords:** Astrophotography; Sky Map; Didactic Resource; Astronomy Teaching; Low-cost.

## 1 Introdução

Nas últimas duas décadas, com a chegada de novas tecnologias e o avanço dos aparelhos portáteis e *smartphones*, as formas de comunicação e interação global mudaram. Com o surgimento das plataformas digitais e redes sociais (*Orkut, Facebook, Twitter, Instagram, WhatsApp, sites*, etc.), entre outros fatores, foi possível aproximar as relações humanas, além de agilizar o acesso e a disseminação da informação. Uma das vantagens visíveis desse avanço está na praticidade do compartilhamento imediato - em tempo real - dos fatos e acontecimentos, seja através de texto, seja através de imagens ou vídeos. Um cenário quase que inimaginável nas décadas anteriores, como nos anos 70 ou 80, por exemplo (Galli, 2002; Boyd & Ellison, 2007).

Parte do número gigantesco de imagens compartilhadas a todo momento na Internet, cada vez mais, são astrofotografias. Tanto para o registro de acontecimentos celestes, objetos astronômicos e efemérides, quanto para entretenimento e apreciação (sendo esses os mais comuns e populares). Registros diversos, como de eclipses, passagens de cometas, planetas, conjunções, chuvas de meteoros, galáxias, solstícios e equinócios, etc. Um bom exemplo, são os vídeos *timelapse*, sequência de fotos, como o do astrofotógrafo neozelandês Mark Gee (2013) e do astrofotógrafo brasileiro Leo Caldas (2020). O intrigante é que, nem sempre essas astrofotografias são utilizadas para ensinar ciências ou Astronomia, ou têm qualquer relação com a educação em Astronomia.

É notável a falta de acesso a materiais direcionados ao ensino de Astronomia e ciências a partir de astrofotografias, como uma oficina ou material didático, por exemplo. Em relação aos materiais impressos, quando existentes, são demasiado caros, inacessíveis e pouco presentes - escassos - em feiras de ciências ou eventos de C&T. Como é o caso das Reuniões Anuais da SBPC, Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), Feira Brasileira de Ciência e Engenharia (FEBRACE), Jornada Espacial (OBA; AEB), Mostra Brasileira de Foguetes (MOBFOG), dentre outros.

Percebe-se, também, a falta de direcionamento, acesso e aplicação da astrofotografia como recurso didático em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências, como em planetários, eventos de ciências e Astronomia, em sala de aula, em cursos de capacitação e de formação de professores e estudantes, semanas universitárias, etc.



**Figura 1** - Exemplos do uso de astrofotografias em *sites* e meios digitais.

**Fonte:** Esquerda: G1/Globo (2020). Direita: Voltmer (2020).

Portanto, a produção desse trabalho prioriza o acesso, a disseminação e a produção de um recurso didático a partir da astrofotografia, com a finalidade de exemplificar a aplicação e materialização da astrofotografia como recurso didático. Além disso, procura tornar o processo acessível e de baixo custo para professores, profissionais da educação, astrônomos profissionais e amadores, astrofotógrafos e entusiastas. Para que possam complementar, aplicar e utilizar a astrofotografia nas diversas atividades que englobam as esferas do ensino de ciências e da Astronomia.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” é um guia prático para ser utilizado na escola e em eventos de C&T, por professores, estudantes, profissionais da educação e astrônomos amadores. Seu formato rápido e acessível foi pensado para ser uma espécie de guia de bolso, para ser impresso ou acessado digitalmente.

O objetivo do guia “Astrofotografia na escola” é tornar a astrofotografia e sua prática acessíveis e de baixo custo, podendo ser aplicado no ensino fundamental, no ensino médio e também a nível de graduação, especialmente em cursos de licenciatura, como nos cursos de física, ciências naturais e pedagogia, por exemplo. De modo que, a partir da aplicação do guia “Astrofotografia na escola” seja facilitado o estudo e o entendimento de variados conteúdos, eixos e temas, que permeiam a Astronomia e a astrofotografia, como: observação do céu; reconhecimento das constelações; mecânica celeste; história da Astronomia e da astrofotografia; nebulosas e meio interestelar; fenômenos celestes; objetos do céu profundo; astrofísica; teoria básica da fotografia, etc.

A finalidade deste trabalho é apresentar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” e contribuir para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos. Objetiva, também, revisar, complementar e discutir acerca da literatura em astrofotografia como recurso didático, educação em Astronomia e ensino de ciências, história da astrofotografia e, por fim, mapa celeste e observações do céu.

## 2 Educação em Astronomia e ensino de ciências

A educação em Astronomia justifica-se pelo fato dessa ciência participar intensamente de nossas vidas, como é o caso da sucessão dos dias e das noites, da divisão

e noção do tempo e dos calendários (anos, meses, semanas, horas, minutos e segundos), das estações do ano, das marés, da vida em nosso planeta (relação energia solar e regulação da vida na Terra) e até das auroras polares (Langhi & Nardi, 2012).

O ensino de ciências e a Astronomia apresentam potencial para instigar no estudante o interesse por diversas áreas do conhecimento, assim como incentivar e despertar a vontade e curiosidade em relação às carreiras científico-tecnológicas. Além disso, ensinar e aprender ciências e Astronomia mostra quem somos, de onde viemos, onde estamos e para onde vamos (Damineli & Steiner, 2010).

O papel da Astronomia, dentre muitos, inclui despertar no público (estudantes, professores, profissionais da educação, astrônomos amadores, astrofotógrafos, entusiastas, etc.) o interesse, a admiração e certa aproximação pelas áreas e ramos das ciências. Como conteúdo a ser ensinado, a Astronomia possui um potencial motivador, tanto para estudantes quanto para professores e profissionais da educação, por ser altamente interdisciplinar e por seu caráter universal, sendo de fundamental importância na formação, reeducação e reciclagem dos indivíduos e cidadãos (Langhi & Nardi, 2012).

Entendendo a importância das observações astronômicas no ensino de ciências e na Astronomia, os documentos oficiais (diretrizes de educação) sugerem que o professor de ciências esteja preparado para fornecer subsídios aos estudantes, a fim de que sejam capazes de: identificar algumas constelações, através da observação direta do céu; compreender a causa do dia e da noite, bem como das estações do ano e o que isso tem a ver com observar ou registrar - astrofotografar - o céu; valorizar o conhecimento historicamente acumulado em Astronomia e ciências (Langhi & Nardi, 2012).

### **3 Astrofotografia como recurso didático**

A astrofotografia apresenta potencialidades para ser utilizada como recurso didático, enriquecedor no aprendizado de conceitos de ciências, Astronomia e afins, especialmente envolvendo a interdisciplinaridade como mediadora desse processo (Neves & Pereira, 2007).

A proposta de enquadrar a astrofotografia como recurso didático e metodologia interdisciplinar, pode proporcionar uma gama de atividades práticas ricas e agradáveis aos estudantes, fazendo uso de instrumentos como telescópio, luneta, computador, aplicativos, câmeras digitais de *smartphones* e câmeras digitais, a fim de capturar e analisar imagens de objetos astronômicos (Ribeiro, 2019).

Variados conteúdos podem ser trabalhados a partir da observação e registro do céu, encontrados nos documentos oficiais (diretrizes de educação), sendo estes: localização a olho nu de diferentes estrelas, constelações e planetas ao longo do ano; horários e locais de nascimento do Sol, da Lua, das estrelas e das constelações ao longo do ano; duração do dia em diferentes épocas; noção da periodicidade das constelações, dos planetas e dos corpos celestes no céu; verificação do movimento aparente das estrelas em relação ao horizonte; compreensão das diferentes distâncias e tamanhos dos corpos celestes vistos no céu (Langhi & Nardi, 2012).

Através da astrofotografia, com foco em seu uso como recurso didático, é possível trabalhar diferentes conteúdos, partindo de cinco eixos temáticos, norteadores e interdisciplinares (Langhi & Nardi, 2012):

- I. Observação do Céu: noções de localização no espaço e no tempo; movimento aparente dos astros; diferença e comparação das estrelas, constelações, cartas e mapas celestes e constelações da época; cultura celeste e arte das constelações; condições para observações astronômicas.
- II. Sistemas de medidas: tempo universal; escalas de distância e de tamanho; tamanho aparente; esfera celeste (abóbada); separação angular de estrelas e corpos celestes; unidade astronômica; velocidade da luz; tempo-luz.
- III. Instrumentos fotográficos e astronômicos: tipos de câmeras; tipos de lentes fotográficas; técnicas fotográficas; teoria básica fotográfica; tipos de telescópios; tipos de lentes e acessórios astronômicos; propriedades das lentes, ampliação e resolução; mapas estelares; mapas lunares; etc.
- IV. Objetos de céu profundo: aglomerados de estrelas; estrelas duplas; nebulosas; galáxias.
- V. Fenômenos celestes: fases da Lua; dia e noite; estações do ano; chuva de meteoros; passagem de satélites artificiais; ocultações e trânsitos; eclipses solares e lunares; mancha da Via Láctea.

Ainda que escasso, limitado e pouco presente na literatura o termo “astrofotografia como recurso didático” necessita de uma definição concreta, com critérios bem estabelecidos e conceitos direcionados que fomentem sua prática, pesquisa e ensino, bem como sua aplicação e implementação por profissionais da área da educação, astrônomos, astrônomos semiprofissionais e amadores, astrofotógrafos e entusiastas.

O termo “astrofotografia como recurso didático” pode ser entendido como sendo um recurso baseado num registro fotográfico do céu ou de corpos celestes, direcionado ao ensino de Astronomia, ciências e demais áreas do saber. Esse recurso pode ser materializado e aplicado em diferentes ambientes, formais e não formais de aprendizagem em ciências e Astronomia, em formato físico ou digital.

Um dos materiais, que se aproxima do caráter da astrofotografia impressa como recurso didático é o livro *Encontros Brasileiros de Astrofotografia*, vol. 1 (CASB, 2018). Apesar de não ter como objetivo principal utilizar a astrofotografia como recurso didático, o livro apresenta uma breve descrição dos objetos celestes capturados, com informações científicas e detalhes relevantes, informados pelos astrofotógrafos amadores.

Em sua dissertação de mestrado, junto ao Departamento de Astronomia da Universidade de São Paulo (USP/IAG), do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia (MPEA), Amaral (2019) discorre sobre a astrofotografia como recurso didático e traça estratégias para ensinar Astronomia e ciências a partir de fotos do céu e instrumentação para o ensino de Astronomia. Podendo ser considerado, um dos poucos trabalhos bem fundamentados, estabelecidos e direcionados ao uso específico da astrofotografia como recurso didático. Nesse trabalho, Amaral ressalta a potencialidade das astrofotografias como excelentes recursos e ferramentas para ensinar Astronomia na educação básica, partindo de estratégias práticas, de forma lúdica e acessível.



#### 4 Astrofotografia e os primeiros registros do céu

A história da astrofotografia fornece - favorece - uma visão mais abrangente do desenvolvimento da Astronomia, não incorrendo e caindo na superficialidade apresentada nos materiais didáticos e documentos oficiais de educação (Amaral, 2019).

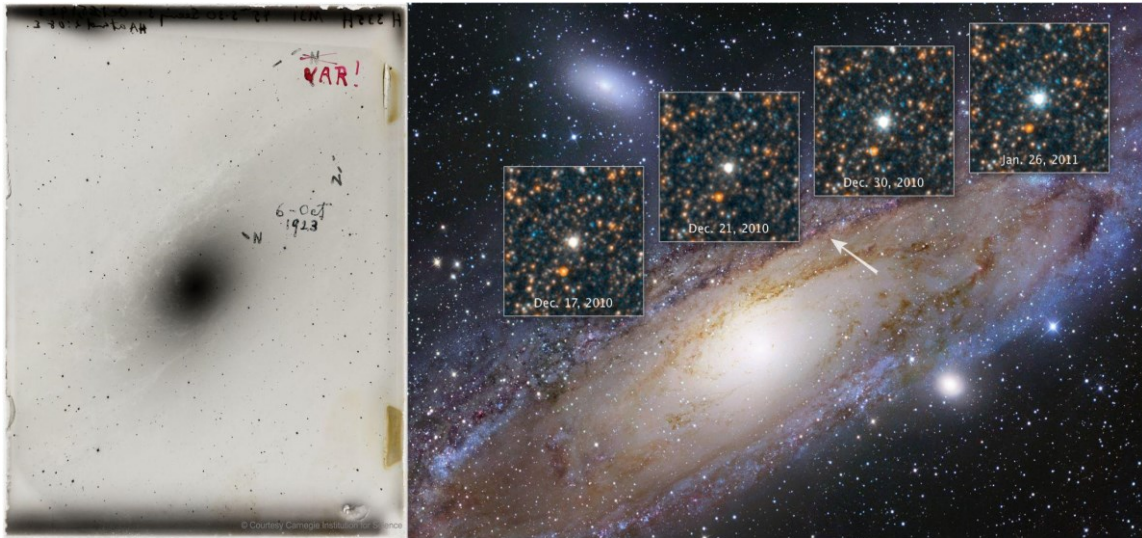
A história da fotografia começou na ruptura da representação gráfica para a fotográfica, quando experimentalistas tentaram capturar a luz - uma cena, um objeto, um momento - numa superfície fotossensível, por volta do começo da década de 1800. Tratava-se de materiais rudimentares à base de petróleo fotossensível (betume da Judéia) e, em pouco tempo, à base de sais de prata, materiais sensíveis à luz, em maior parte no espectro visível. Eram necessários vários minutos, ou até horas para a luz ser capturada por uma lente, passar por uma espécie de câmara escura, até chegar nesses materiais e ser fixada numa placa ou numa emulsão em filme. Na parte posterior do equipamento, uma imagem era formada. Era a gênese da câmera fotográfica. Esse processo químico (também histórico, político, científico, tecnológico e cultural), utilizado até os dias atuais por entusiastas, deu início à fotografia tal como é conhecida, que revolucionou a forma como é percebido o mundo, os fatos, as coisas e, em específico, o céu (Lima, 2007).

Alguns cientistas, experimentalistas e inventores podem ser mencionados em relação à criação e melhoria dos processos fotográficos e da câmera fotográfica, tais como Thomas Wedgwood (1771-1805), Joseph Nicéphore Niépce (1765-1833), Hercule Florence (1804 - 1879), Hippolyte Bayard (1801-1887), Louis Daguerre (1787-1851) e William Fox Talbot (1800-1877). É atribuído a esses inventores-pioneiros, o título de criadores da câmera fotográfica e da fotografia (Stoduto, 2012).

As chapas fotográficas - placas - tinham duas vantagens adicionais: primeiro para preservar a condição do céu observado para investigações futuras, em arquivos de chapas, segundo para analisar com grande facilidade em laboratório. Naturalmente, uma precisão de medição muito maior poderia ser alcançada no laboratório, do que durante à noite usando um micrômetro ou microscópio (Wolfschmidt, 2005).

Em 2009 o biólogo, astrônomo e astrofotógrafo português Pedro Ré, em sua pesquisa sobre a história da astrofotografia, fez um levantamento - uma linha do tempo - dos principais acontecimentos históricos relacionados à astrofotografia. A partir do trabalho “Linha do tempo da história da astrofotografia” (RÉ, 2009) é possível visualizar o processo da astrofotografia como um todo, seu surgimento, suas dificuldades, suas aplicações e possibilidades. Em complemento à essa linha do tempo (Quadro 6, Anexo A), foram adicionados outros marcos históricos importantes e de relevância para a astrofotografia (NASA, n. d.; NASA, n. d.; Dubach & Ng, 1988; NASA & ESA, 2015; ESO/EHT, 2019; ESA, 2022).

As câmeras digitais representam uma evolução natural das câmeras de vídeo e de TV, criadas nos anos 50, que convertiam sinais de luz em eletricidade, gravando esses sinais em fita magnética. Esse sistema analógico foi convertido para digital pela Agência Espacial Norte Americana (NASA), nos anos 60, no auge da corrida espacial. Uma câmera fotográfica digital foi utilizada na missão Mariner 4, ao planeta vermelho Marte, que foi a primeira sonda a tirar fotos da superfície marciana, em 1965. Tal feito pode ser considerado o primeiro uso prático, de impacto, da fotografia digital (Villegas, 2009, apud Ferreira & Furtado, 2019).



**Figura 2** - Esquerda: Placa fotográfica da galáxia de Andrômeda de 1923 (45 min de exposição) tirada com o Telescópio Hooker de 2,54 m do Observatório Monte Wilson, na qual Edwin Hubble primeiro notou uma nova e anotou "N", em seguida riscou e acrescentou "VAR!" quando descobriu que a estrela era na verdade uma variável Cefeida, podendo assim estimar sua distância. Essa descoberta representa a observação direta de que Andrômeda não fazia parte da Via Láctea e que o Universo era maior do que se pensava na época. Direita: O Telescópio Espacial Hubble revisitou a famosa estrela variável Cefeida V1 do Hubble entre dezembro de 2010 e janeiro de 2011.

**Fonte:** Esquerda: Carnegie Observatories (2022). Direita: NASA, ESA, & Hubble Heritage Team (STScI/AURA). (2021).

As imagens fotográficas são de particular importância para um astrônomo e para a Astronomia. Longas exposições documentam os detalhes e o esplendor galáctico e extragaláctico do céu profundo, muito além do alcance da observação visual (Schröder & Lüthen, 2009).

Mourão (1987) define em seu Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica, que a astrofotografia é a aplicação da técnica fotográfica à Astronomia, fotografia celeste.

A astrofotografia pode ser entendida como uma técnica de investigação em Astronomia, já que está direcionada ao estudo e entendimento dos objetos e corpos celestes, como estrelas, satélites naturais, planetas, nebulosas, cometas, aglomerados de estrelas, galáxias, etc. (Ribeiro, 2019).

É possível, ainda, definir a astrofotografia como sendo um método de captura de eventos, fenômenos e objetos celestes, a partir do uso de equipamentos fotográficos. A astrofotografia se dá através de um processo, sistemático e com pré-requisitos técnicos, práticos e teóricos. Fazer astrofotografia não se trata apenas de apontar uma câmera ou *smartphone* para o Céu e tirar uma foto. É necessário um conhecimento prévio, um preparo, um certo entendimento de sua prática e das potencialidades do uso de seus produtos finais (as astrofotos), em específico, como recurso didático e ferramenta de ensino (Ferreira & Furtado, 2019).

Neves e Pereira (2007, p. 29) complementam:

Trabalhar com a Astrofotografia pode aproximar o interesse das pessoas num céu já tão empobrecido pelo sistema de ensino e pelas luzes e poluição das cidades. Investir, pois, numa astrofotografia simples, significa tocar a imaginação das pessoas, trazendo para um “pedaço de papel” um pedaço do céu como nunca antes observado.



**Figura 3** - Evolução das astrofotografias. Recorte do fôlder “Astronomia e Astrofotografia: Uma janela para o Ensino de Ciências” (material didático).

Fonte: Ferreira e Asfour (2015).

## 5 Mapa celeste e as observações do céu

Na pré-história, a prática da Astronomia era feita essencialmente a partir da observação - rudimentar - do céu e dos astros, a partir do uso limitado da visão. Mesmo assim, nesse período a Astronomia contou com o uso de instrumentos primitivos. O primeiro e mais rudimentar desses instrumentos, parece ter sido o mapa estelar - mapa celeste. Trata-se, basicamente, de um mapa do céu, um repositório de conhecimentos que

os antigos conseguiam apreender, organizar e registrar a partir das observações feitas a olho nu (Nogueira & Canalle, 2009).

Uma carta celeste é um mapa, uma representação do céu. Esse mapa é utilizado para identificar e localizar os objetos astronômicos, como as constelações, estrelas e planetas, por exemplo. A confecção dessas cartas rememora as primeiras civilizações. Até as primeiras décadas do século XX, as cartas celestes eram essenciais para a navegação, tanto aérea quanto marítima, assim como para a confecção dos calendários, identificação das estações do ano e para o planejamento de atividades socioeconômicas e culturais (Justiniano & Botelho, 2016).

Conhecer a posição e o movimento dos corpos celestes era a forma que se tinha para se localizar, medir a passagem do tempo e determinar os melhores períodos para o plantio e para a colheita. Em razão ao avanço da ciência e da tecnologia, junto de métodos mais precisos na medição da passagem do tempo e de localização, o uso direto das cartas celestes se tornou quase que obsoleto, passaram então a ser utilizadas, em sua maioria, para fins de entretenimento, divulgação, ensino e pesquisa em Astronomia e demais áreas (Justiniano & Botelho, 2016).

Um dos exemplos mais precisos e detalhados de mapas celestes antigos foi um produzido pelo polímata, cartógrafo e astrônomo chinês Huang Shang, conhecido como o mapa celeste de Suzhou, que foi gravado em pedra por volta de 1247 Era Comum. Nesse mapa foram gravadas 1.434 estrelas, agrupadas em 283 constelações chinesas. No mapa celeste conseguimos reconhecer duas constelações familiares da atualidade: Órion e Ursa Maior (Couper & Henbest, 2007). No mapa, Órion está na posição de “quatro horas” e a Ursa Maior na parte inferior do círculo central.

Outro mapa celeste de grande relevância é o do astrônomo polonês Johannes Hevelius, chamado *Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia*. Trata-se de um atlas celeste, de 1690, composto de 56 chapas - futuramente páginas - com os nomes, os delineados e os desenhos das artes das constelações. Contém, também, a representação do brilho das estrelas, uma espécie de escala de magnitude, referente aos seus catálogos estelares produzidos anteriormente (Targosz, 1988; Ridpath, 2018).

Em relação às constelações, os documentos oficiais (diretrizes de educação) indicam três exemplos principais para realizar a observação noturna - ou registro fotográfico: Cruzeiro do Sul, Órion e Escorpião. Além disso, afirma que os estudantes podem observar as constelações do Cruzeiro do Sul e seu movimento em relação ao horizonte, num intervalo de três a quatro horas durante a noite. Vale lembrar, que a visibilidade do Cruzeiro do Sul depende da latitude do local que está sendo feita a observação. Não só o Cruzeiro do Sul, assim como outras (incluindo Órion e Escorpião) não são visíveis durante todo o ano, existindo períodos estabelecidos de observação de cada uma dessas constelações no céu noturno, geralmente durante os períodos de inverno e verão (Langhi & Nardi, 2012).

Boa parte das 88 constelações do céu, oficiais reconhecidas pela UAI (União Astronômica Internacional), podem ser observadas do hemisfério sul. Essas constelações podem ser identificadas, desenhadas e memorizadas, a partir de fotografias da esfera celeste, servindo como uma espécie de guia. Com base nessas representações, é possível estudar diversos detalhes, como: a periodicidade de objetos celestes no céu; a mitologia e lendas associadas; o número e densidade de estrelas; os tipos de objetos; a escala de

magnitude e temperatura das estrelas; etc., despertando então o interesse pela Astronomia e ciências correlatas (Amaral, 2019).

Estudar as estrelas é relevante, pois servem de laboratório para obter medidas diretas e indiretas de fenômenos da natureza, muitos deles irreproduzíveis em laboratórios. Compreendê-las significa aumentar nosso entendimento acerca do Universo, sua história, evolução e estrutura (Arany-Prado, 2006).

## 6 Capturando as astrofotos: equipamentos e técnicas

A grande vantagem da fotografia digital é a rapidez que pode ser processada no computador ou *laptop*, para uma melhor visualização, edição e reprodução do que foi fotografado (Schröder & Lüthen, 2009).

Uma das melhores formas, e mais fáceis, de capturar uma astrofoto é realizar uma captura de longa exposição, de 1 a 30 segundos, para mostrar as constelações como aparecem a olho nu no céu. A exposição ideal depende muito da qualidade do céu noturno e da poluição luminosa do local. Com essa técnica de longa exposição, você pode facilmente fazer o seu próprio “Atlas das constelações do céu”, ao longo das semanas, ou meses. Essa é uma boa ideia para um primeiro projeto de astrofotografia, para realizar com os estudantes numa escola, por exemplo, é pouco exigente em técnica e muito adequado para grupos de jovens estudantes e professores. Além de ser acessível, é possível até de ser feita com o uso de *smarthphones*, usando um adaptador universal de celular para tripé, através de aplicativos que permitam capturar longas exposições através da própria câmera do celular (Schröder & Lüthen, 2009).

Astrofotografias de até 30 segundos, capturadas com tripé fixo e com lentes grande angulares, a partir de *smartphones* ou câmeras DSLR, não possuem efeitos significativos de rastro das estrelas (*Star trail* em inglês), causados pelo movimento de rotação da Terra. Existe uma fórmula para calcular o tempo máximo de exposição, de determinado equipamento, antes de ocorrer rastro de estrelas na imagem, conhecida como Regra NPF. Essa regra foi desenvolvida pelo engenheiro Frédéric Michaud, da Sociedade Astronômica do Havre, na França. Hoje, aplicativos como *Shutter Speed Calculator*, *Planit*, *PhotoPills*, dentre outros, são capazes de calcular de forma rápida o tempo máximo de exposição, a partir da Regra NPF.

Para capturar uma astrofotografia são necessários alguns equipamentos básicos, como uma câmera digital, um tripé, um temporizador (a maioria das câmeras atuais já vem com essa função embutida) e uma lente grande angular (*wide-angle*). É possível, também, realizar a captura de astrofotografias a partir de câmeras de *smartphones*.

Para a captura das astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico” (Págs. 45-49) foi utilizada uma câmera DSLR *Canon EOS 60D* e uma lente 18-135 mm, da mesma marca, além de um tripé universal robusto, para sustentar o peso da câmera e da lente.

As regiões do céu selecionadas para as astrofotografias foram: do Cruzeiro do Sul, de Órion e de Escorpião. Alguns aspectos particulares podem ser listados, em relação às regiões do céu e constelações selecionadas: são de fácil visualização no céu noturno; são constelações conhecidas desde a antiguidade e apresentam variadas aplicações históricas, sociais e culturais; representam a mudança do tempo, do clima e das estações;

são as constelações recomendadas para a observação - e registro - nos documentos oficiais (diretrizes de educação).

As astrofotografias foram capturadas em lugares e momentos distintos:

Astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico”						
Região (Constelação)	Local	Data	Horário	Distância focal e abertura	Exposição	ISO
Cruzeiro do Sul	Buritis - MG	21/06/2020	19:15	44 mm f/5	5 s	ISO 4000
Escorpião	Buritis - MG	21/06/2020	22:14	30 mm f/4.5	5 s	ISO 4000
Órion	Formosa -GO (BR 030)	14/12/2018	21:01	37 mm f/4.5	5 s	ISO 1600

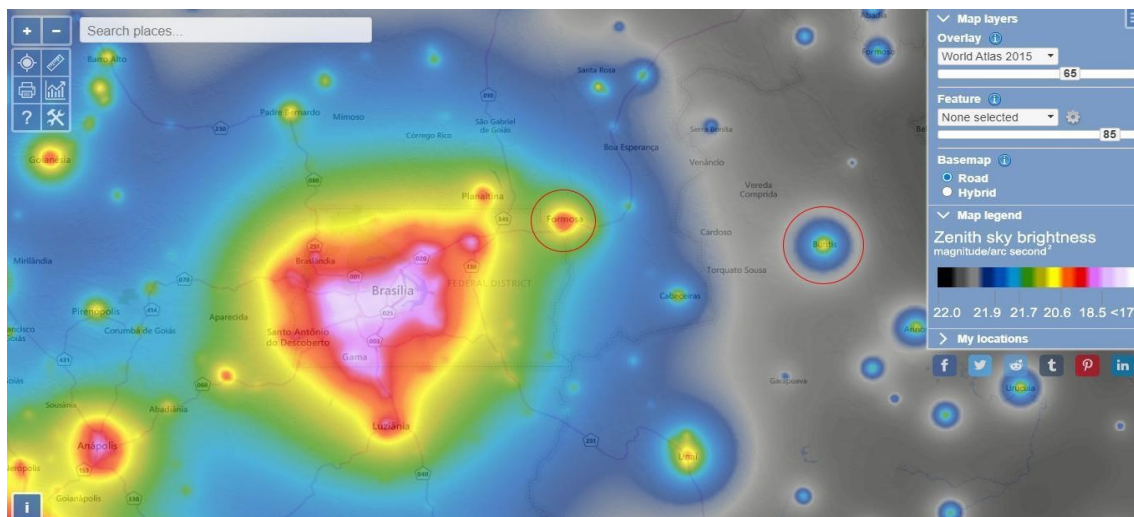
**Quadro 1** - Dados da captura e informações das astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico”.

**Fonte:** Fornecido pelos autores.

As astrofotos foram capturadas a partir da técnica de longa exposição. Depois de apontar e enquadrar na região de interesse, foi feito o foco nas estrelas através do visor de LCD da própria câmera, através da função *Live View Mode* (A maioria das câmeras semiprofissionais hoje no mercado apresentam essa função, de pré-visualização da cena). Em seguida, um teste de exposição foi realizado. Por último, foi colocado o tempo de exposição para 5 segundos, com a função de temporizador (*self-timer*) ligado para 10 segundos, com a finalidade de prevenir borrões e tremidos indesejados. Hoje em dia, a maioria dos *smartphones* também possuem essa função de temporizador (*self-timer*).

Importante ressaltar que a localidade, quando o assunto é astrofotografia, é bastante importante. Quanto mais afastado das luzes das cidades, dos carros, de outdoors, de postes e de outras fontes de luz artificial melhor. A finalidade é tentar obter um resultado das estrelas, dos corpos celestes e do céu, nas astrofotos, mais limpo, bem definido e de cor uniforme. Um *site* (Figura 4) que mostra a poluição luminosa, de diversas cidades e localidades pode ser acessado em [www.lightpollutionmap.info](http://www.lightpollutionmap.info). Esse recurso pode auxiliar no planejamento de melhores condições de captura e localidades para as astrofotografias.





**Figura 4** - Mapa interativo de poluição luminosa. Circulados em vermelho estão os locais onde as astrofotografias foram capturadas: Formosa - GO e Buritis - MG.

**Fonte:** Captura realizada pelos autores. Light Pollution Map. (2020).

## 7 O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”

Trabalhos e pesquisas recentes em educação em Astronomia, cada vez mais, têm mostrado as potencialidades da astrofotografia, principalmente quando utilizada como recurso didático, em atividades práticas ou mesmo no cotidiano de sala de aula. Os trabalhos, artigos e projetos revisados por Ferreira (2022, p. 282):

[...] apontam para uma real necessidade de novos recursos pedagógicos e de práticas educacionais a partir de astrofotografias, assim como de definições e critérios bem estabelecidos acerca da astrofotografia como recurso pedagógico (didático), principalmente sob uma ótica multi e interdisciplinar.

A partir dos novos enfoques e mudanças dos documentos oficiais e diretrizes de educação, como a implementação da BNCC, foi preciso aproximar e adaptar as propostas de atividades do guia “Astrofotografia na escola” aos conteúdos de Astronomia e de ciências vigentes. O guia foi então projetado para se adaptar às novas tendências e necessidades educacionais e tecnológicas de sala de aula e do contexto escolar. No Quadro 2, elaborada por Carvalho e Ramos (2020), é possível ver um recorte dos conteúdos ao longo do ensino fundamental, no eixo “Terra e Universo, e a aplicabilidade desses conteúdos a partir do recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” (Apêndice A).

	Ano	Objetos do conhecimento	Aplicabilidade
Anos iniciais	1º	Escalas de tempo	Aplicável
	2º	Movimento aparente do Sol no céu; O Sol como fonte de luz e calor.	Possível
	3º	Características da Terra; Observação do céu; Usos do solo.	Aplicável
	4º	Pontos cardeais; Calendários, fenômenos cíclicos e cultura.	Aplicável
	5º	Constelações e mapas celestes; Movimento de rotação da Terra; Periodicidade das fases da Lua; Instrumentos ópticos	Aplicável
Anos finais	6º	Forma estrutura e movimentos da Terra.	Possível
	7º	Composição do ar; Efeito Estufa; Camada de Ozônio; Fenômenos naturais (vulcões, terremotos e tsunamis); Placas tectônicas e derivas continentais.	Não aplicável
	8º	Sistema Sol, Terra e Lua; Clima.	Possível
	9º	Composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo; Astronomia e cultura; Vida humana fora da Terra; Ordem de grandeza astronômica; Evolução estelar.	Aplicável

**Quadro 2** - Objetos do conhecimento do eixo “Terra e Universo”, a cada ano do Ensino Fundamental. Aplicabilidade a partir do uso do guia “Astrofotografia na escola”. Legenda: Aplicável (verde), possível de ser aplicado (amarelo) e não aplicável (vermelho).

**Fonte:** Carvalho e Ramos, 2020. Adaptado pelos autores.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” está disponível no formato PDF de alta resolução e pode ser acessado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6777193>.

A estrutura do guia “Astrofotografia na escola” foi elaborada em dezembro de 2021. No esboço inicial, foi definido o formato, os conteúdos, a estrutura do recurso didático e as estratégias. Ainda em dezembro, foi dado início a produção digital, *layout*, *design* e diagramação do recurso didático. O *software* utilizado para a elaboração do guia “Astrofotografia na escola” foi o *Adobe Photoshop 2020*.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” é composto por 32 páginas, no formato A4 e com resolução de 300 dpi. As imagens e arquivos foram exportados em alta resolução, ideal para impressão em gráficas e impressoras comuns.

O guia “Astrofotografia na escola” está dividido da seguinte forma: conteúdos de Astronomia e astrofotografia; planos de atividades, projetos e oficinas multi e interdisciplinares; moldes e astrofotografias para impressão; imagens de referência; recursos para ensinar Astronomia, astrofotografia e ciências.

Os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola” surgem como uma orientação, uma ferramenta, destinada a professores e profissionais da educação, de como



aplicar os materiais baseados em astrofotografia, em sala de aula, no contexto escolar, eventos de C&T, etc. através de atividades, projetos e oficinas multi e interdisciplinares.

A seguir, serão apresentados os resumos dos Planos de atividades que fazem parte do guia “Astrofotografia na escola”.

Plano de atividade I (Roxo): Tem o foco na aplicação de uma atividade ou evento escolar envolvendo a captura de astrofotografia, observação noturna e uso de *smartphones* e aplicativos. Faz uso do material “Como capturar uma astrofotografia”.

Plano de atividade II (Amarelo): Instiga os professores e estudantes a desenvolverem um projeto interdisciplinar na escola, envolvendo a astrofotografia e seus processos. Faz uso do material “Como capturar uma astrofotografia”.

Plano de atividade III (Verde): Propõe uma oficina didática dialogada, envolvendo o uso de uma astrofotografia impressa, para ensinar sobre as constelações, mitologia, história da Astronomia e cultura celeste. É construído um mapa celeste baseado numa astrofotografia impressa.

Plano de atividade IV (Azul): Propõe uma oficina didática expositiva, envolvendo o uso de uma astrofotografia impressa, para ensinar os seguintes conteúdos: astrofísica, Astronomia de posição, ângulos, magnitudes, distâncias estelares, etc. É construído um mapa celeste baseado numa astrofotografia impressa.

Plano de atividade V (Rosa): Apresenta uma oficina didática guiada, fazendo uso de uma astrofotografia impressa, para construir um mapa celeste com nebulosas coloridas, feitas com algodão colorido e glitter. É possível, também, colorir com lápis de cor ou pintar com tinta guache (aquarela) as nebulosas e nuvens moleculares na astrofotografia impressa.

Os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola” se baseiam em três recursos, que envolvem astrofotografia, que são: Passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, “Mapa celeste astrofotográfico” e “Brincando com as nebulosas”.

Os Planos de atividades seguem uma organização, um padrão, para que seja facilitada sua leitura, interpretação e aplicação. Estão estruturados da seguinte forma: Identificação do plano de atividade; tema geral ou assunto; características; proposta de atividade; objetivos; conteúdos relacionados; metodologia; abordagem; público-alvo; procedimentos e tempo necessário para aplicação. Tal organização pode ser visualizada nos Planos de atividade, nas páginas 6, 7, 13, 21 e 24 do PDF disponível em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6777193>.

A ideia do material “Como capturar uma astrofotografia” é de tornar o processo da astrofotografia prático e acessível. Foi elaborado de modo que seu *layout* fosse de fácil visualização e leitura em *smartphones*, dispositivos eletrônicos, no computador, ou mesmo impresso em A4 ou em formatos menores, como “livreto”, por exemplo. Esse passo a passo envolve técnicas de fotografia, dicas de como capturar uma astrofotografia, edição de imagens e de observação do céu através de aplicativos. Sua abordagem é simplificada, direta e enumerada em 8 passos, para que seja acessível a estudantes do ensino fundamental, do ensino médio, para professores e entusiastas que desejam realizar astrofotografia.

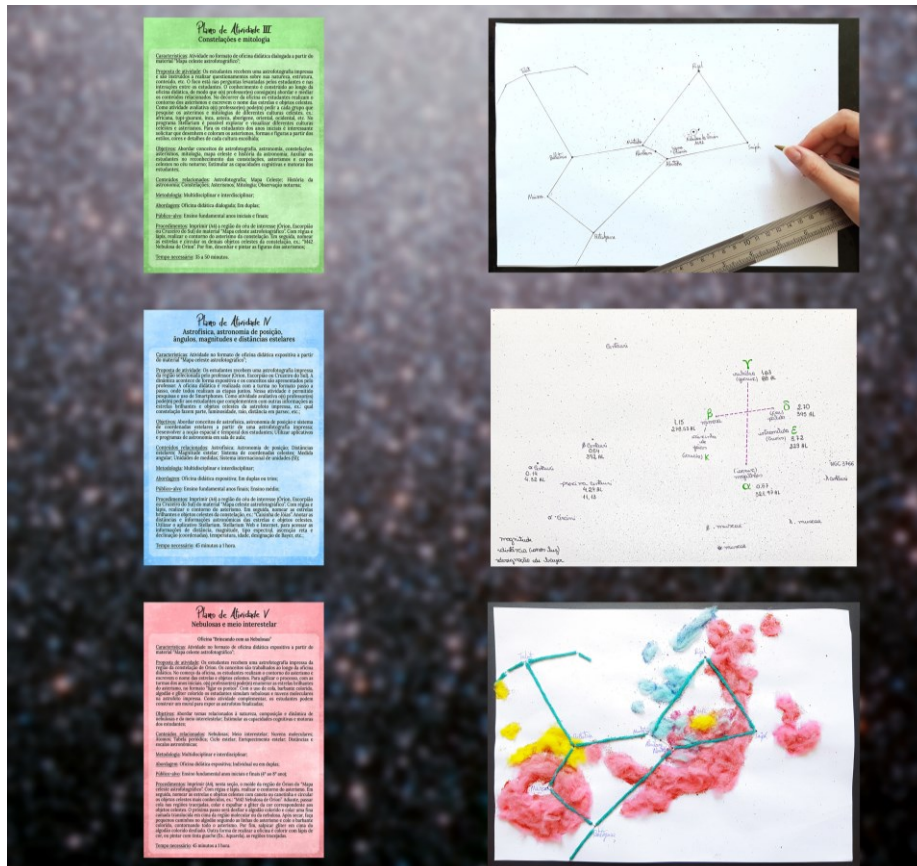
O material “Mapa celeste astrofotográfico” é um recurso didático de baixo custo, para ser impresso e utilizado por professores e estudantes, dentro e fora da sala de aula.

Trata-se de um processo e seu produto final é uma astrofotografia no formato de mapa celeste em preto e branco, de uma região do céu, contendo a proporção e a representação real das estrelas e dos corpos celestes. As regiões disponíveis para impressão são de Órion, Escorpião e Cruzeiro do Sul.

O material “Brincando com as nebulosas (Nebulosas em 3D)” consiste numa astrofotografia da região da constelação de Órion, com as regiões de nebulosas e nuvens moleculares destacadas, para serem coladas com algodão colorido e glitter, coloridas com lápis de cor ou pintadas com tinta guache, por exemplo.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” surge com o intuito de despertar o interesse de estudantes e professores pela astrofotografia, para que seja utilizado na escola, em sala de aula ou em espaços de ciência, tecnologia e cultura. Um dos focos do recurso didático está no uso de *smartphones* e aplicativos, tanto para observar o céu, quanto para capturar astrofotografias de campo grande, através de processos simplificados e materiais de baixo custo.

Para a captura de astrofotografias com os estudantes, para efeitos de teste e experiência sobre a parte prática, é possível aplicar os Planos de atividade I e II, por exemplo. Caso seja impossibilitada a captura de astrofotos, devido a regiões de intensa poluição luminosa, obstrução de visibilidade do céu, etc. é possível utilizar as astrofotografias do material “Mapa celeste astrofotográfico” e os Planos de atividade III, IV e V, para a realização de atividades, projetos e oficinas.



**Figura 5 -** Exemplos da aplicação dos Planos de atividade III, IV e V.  
**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.

## 8 Potencialidades e discussões

A popularização do uso das cartas celestes pode ser observada nos diversos *softwares*, tanto para computadores quanto para *smartphones*, que produzem em tempo real um mapa do céu para qualquer local e horário. Os programas *Stellarium*, *Solar System Scope*, *Cartes du Ciel*, *SkytechX* e os aplicativos *SkyMap*, *Stellarium*, *SkySafari*, *SkEye*, *SkyView* e *Mobile Observatory* são exemplos de alguns, dentre muitos, dos *softwares* e recursos disponíveis hoje no mercado (Justiniano & Botelho, 2016).

Uma dificuldade que pode ser levada em consideração, sobre as cartas celestes digitais, ou até mesmo impressas, é que são simulações das constelações e dos objetos do céu. Diferente das capturas e dos registros astrofotográficos, que são representações reais das estrelas e do céu noturno. Além disso, é evidente a dificuldade de visualização de algumas cartas celestes e planisférios, primeiro por estarem fora de escala em relação ao que é observado no céu, segundo por apresentarem distorções de área, devido às projeções e reproduções do céu e dos corpos celestes nesses materiais. Na Figura 6 é possível comparar tais características de visualização e distorção.

Outro fator interessante a ser observado é o da relação de escala de magnitude (brilho) com a proporção das estrelas e constelações nos mapas celestes e em diversos planisférios. Por estarem representadas muito próximas, as estrelas e constelações são apresentadas fora de escala e de tamanho do que se observa na realidade (Figura 6). Isso acaba dificultando sua localização no céu, ou até mesmo o entendimento da relação brilho-posição das estrelas. Essa relação é muito importante, em especial para o reconhecimento e construção imagética - fixação - das constelações e das regiões características do céu noturno. No entanto, esse fator de escala de magnitude e de proporção (“distorção”) não ocorre nas astrofotos do material “Mapa celeste astrofotográfico”, por serem registros reais e precisos da realidade - fotografias, do céu noturno, das estrelas e dos corpos celestes.

Nas Figura 6 é possível comparar a riqueza de detalhes, presente na astrofoto, em relação aos recortes das regiões de alguns planisférios do hemisfério sul. Portanto, a partir das astrofotos do material “Mapa celeste astrofotográfico” é possível obter uma representação mais precisa e verossímil do que é observado no céu.

Ao utilizar e adaptar as técnicas de inversão de cores digital (negativo digital) e de conversão para preto e branco (escala de cinza), nas astrofotografias, percebeu-se uma melhoria na visualização do desenho da constelação, das estrelas que fazem parte da constelação, dos aglomerados estelares e até de nebulosas, que são considerados objetos de céu profundo (DSOs<sup>3</sup>).

Os processos de inversão de cores das astrofotos (negativo digital) e da conversão para preto e branco (escala de cinza), tornam o material “Mapa celeste astrofotográfico” acessível e de baixo custo. Dessa forma, o material pode ser impresso em impressoras comuns. Além disso, adotar um método de baixo custo possibilita um processo mais rápido e prático de ser reproduzido, impresso e utilizado, como em oficinas e atividades direcionadas ao ensino de ciências e Astronomia, por exemplo.

Democratizar o acesso a recursos didáticos, como é o caso do recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e

---

<sup>3</sup> DSOs é a sigla do inglês para *Deep-Sky Objects*.

estudantes”, contribui para a prática da Astronomia e das ciências. De certa forma, novas abordagens, metodologias e recursos didáticos impulsionam e abrem portas para novas experiências educacionais, nos diferentes tipos de ambientes de aprendizagem, para diversos públicos e faixas etárias.

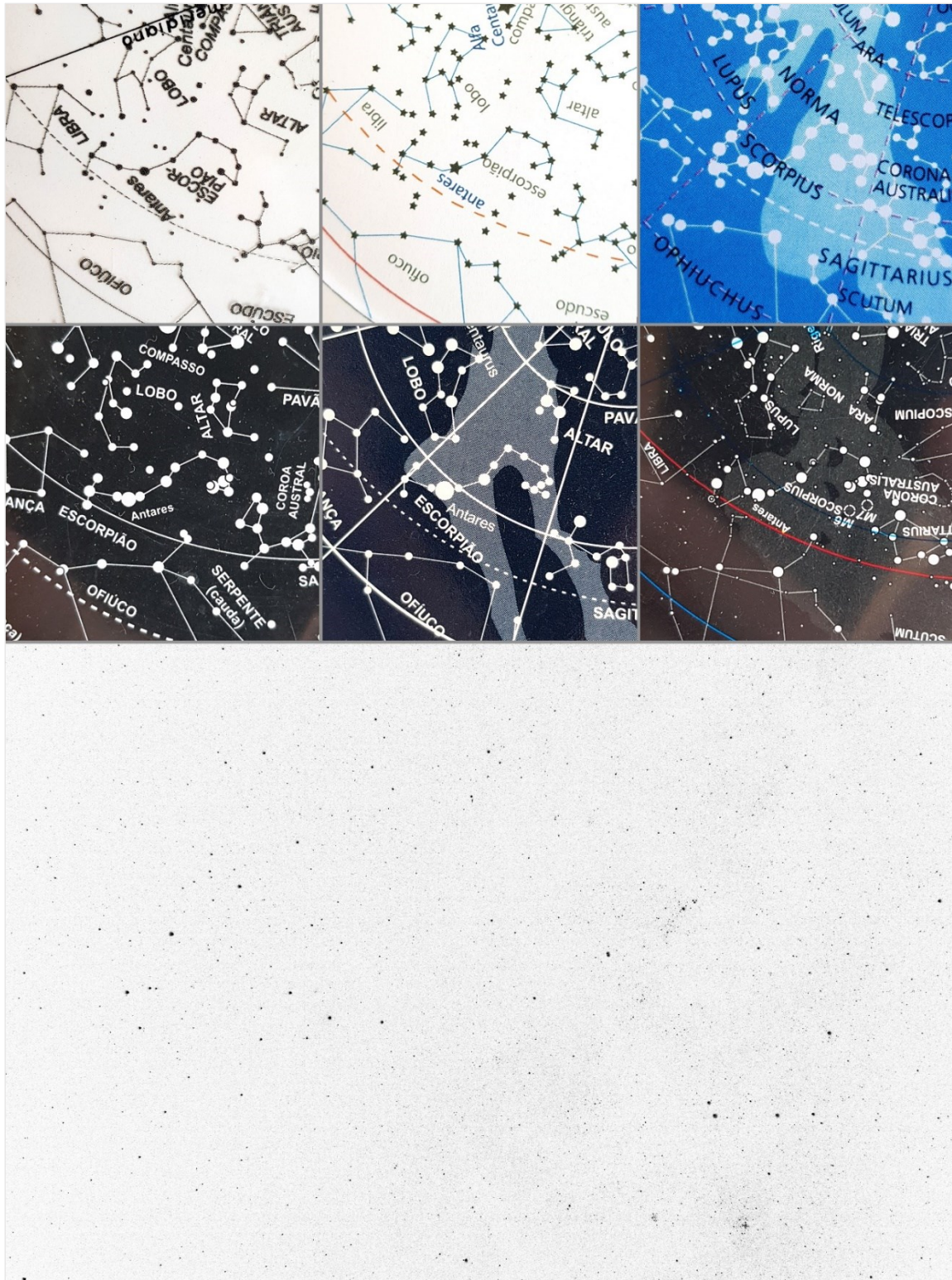
É recomendado a impressão do material “Mapa celeste astrofotográfico” em preto e branco, impressão padrão de gráficas e impressoras (comuns e comerciais), em papel sulfite (folha A4), como mostra a Figura 7. O que acaba por tornar o processo barato e acessível, quando comparado às impressões das fotografias originais (coloridas), que demandam muita tinta. Na impressão colorida comum, nem sempre é possível a extração de detalhes, essenciais para o material “Mapa celeste astrofotográfico” e para as atividades que envolvem o reconhecimento do céu, das estrelas, das constelações e de DSOs.

Acerca dos custos e aplicações, tendo como base o valor médio de uma impressão comum em preto e branco, em papel A4, que custa por volta de 15 centavos a impressão, uma turma de 40 estudantes pode ser atendida a partir de seis reais (R\$ 0,15 x 40 estudantes = R\$ 6,00), por exemplo. Para atividades presenciais, e.g. em sala de aula, é aconselhado a formação de duplas ou trios, no intuito de reduzir os gastos e tornar as atividades mais sustentáveis e acessíveis. Ao adotar o esquema de duplas, numa turma de 40 estudantes, por exemplo, o valor é reduzido e as atividades podem ser realizadas a partir do custo de três reais (R\$ 0,15 x 20 estudantes = R\$ 3,00).

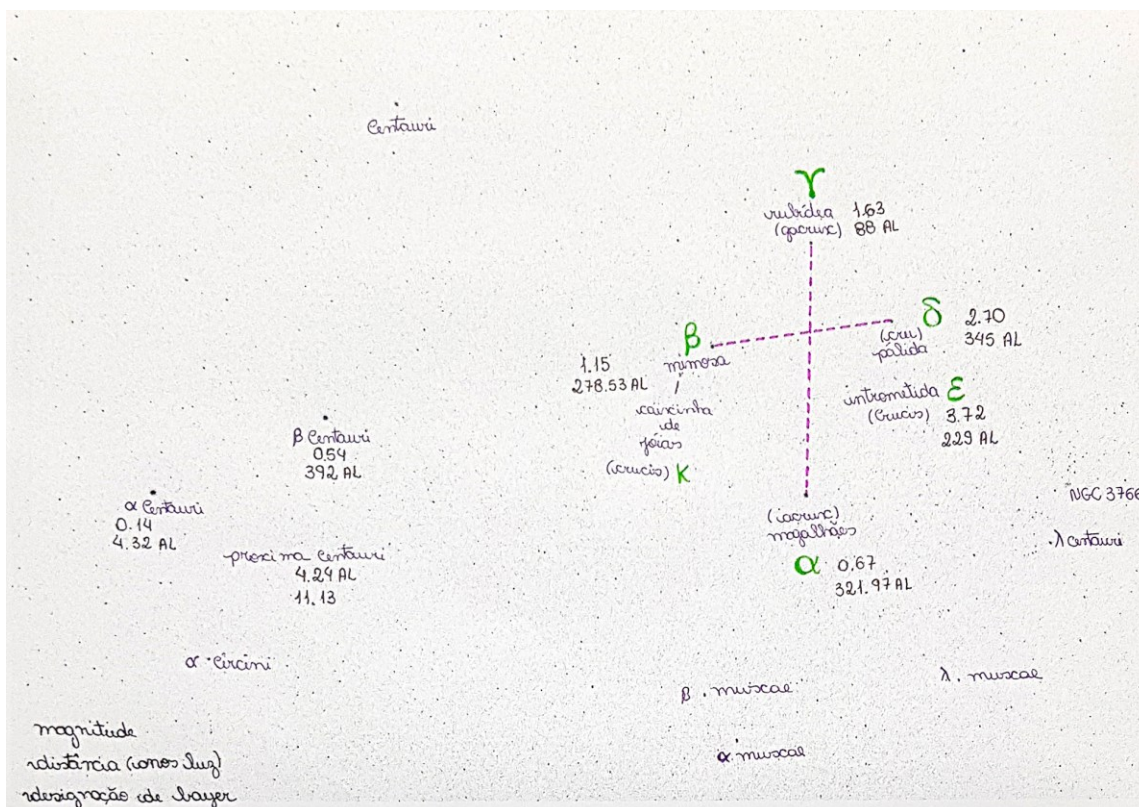
Para fins de comparação e contexto, em relação às atividades envolvendo astrofotografia como recurso didático, o projeto/oficina “Brincando com as constelações de inverno e verão”, resultado de uma parceria entre a Universidade de Brasília (UnB) e a Agência Espacial Brasileira (AEB) em 2015, contou com 1 astrofotografia impressa em alta qualidade (formato A3, em papel fotográfico) e 1 folha de acetato (plástico transparente) com as artes das constelações. Ambos materiais (kit) custaram em média R\$ 60,00 por participante, levando em consideração os custos de impressão e de distribuição.

Por serem atividades de natureza semelhante, atividades envolvendo astrofotografias para ensinar ciências e Astronomia, ao comparar o valor de R\$ 60,00 por participante (kit), do material da oficina “Brincando com as constelações de inverno e verão”, com os 15 centavos por participante, da impressão do material “Mapa celeste astrofotográfico”, é apontada uma redução de custo de 40.000%, ou 400 vezes mais barato - acessível. Portanto, ressalta a praticidade e a acessibilidade do material “Mapa celeste astrofotográfico”, que pode ser impresso em gráficas, escolas ou até mesmo em impressoras comuns. Desse modo, é notável o potencial do material “Mapa celeste astrofotográfico”, para ser aplicado em escolas e outros contextos educacionais, que envolvam astrofotografia, Astronomia e ciências.





**Figura 6** - Acima: Recortes da região de Escorpião a partir de 6 planisférios. Abaixo: Astrofoto da região de Escorpião do material “Mapa celeste astrofotográfico”.  
**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.



**Figura 7** - Material “Mapa celeste astrofotográfico” impresso em preto e branco (papel sulfite A4). Astrofotografia da região do Cruzeiro do Sul. Feito por uma participante, durante uma capacitação de monitores educacionais bilíngues no Planetário de Brasília, em março de 2022. Aplicação dos Planos de atividade III e IV (Verde e Azul).

**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.

No Quadro 3 (Pág. 21), é possível compreender as informações, relações e diferenças entre os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”, para melhor direcionar os professores e profissionais da educação em relação à seleção e aplicação dos Planos de atividades, em sala de aula, no contexto escolar ou em ambientes de C&T e cultura.

Num primeiro momento, foram aplicados os planos de atividade III, IV e V, para fins de testes, aprimoramentos, *feedback* dos participantes (crianças e adultos), adaptações e modificações, tanto na estrutura do guia “Astrofotografia na escola”, quanto nos Planos de atividade e oficinas.

Em março de 2022, durante uma capacitação de 12 monitores educacionais bilíngues do Planetário de Brasília, foi aplicado os Planos de atividade III e IV do guia “Astrofotografia na escola”, para duas equipes e em dias distintos. Durante a apresentação dos conteúdos da capacitação e da aplicação da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, junto aos Planos de atividade III e IV, foi direcionado o uso de *smartphones* para consulta do molde de referência da constelação e também o uso de aplicativos e *sites*, como o *Stellarium* e o *Stellarium Web*. Os monitores participantes pesquisaram diversas informações, como os nomes das estrelas e objetos do céu profundo, as distâncias em anos-luz, assim como a designação de Bayer para as estrelas mais brilhantes da constelação (Figura 8). O intuito da capacitação era fazer com que os monitores participantes tivessem contato com recursos didáticos, baseados em astrofotografia e de

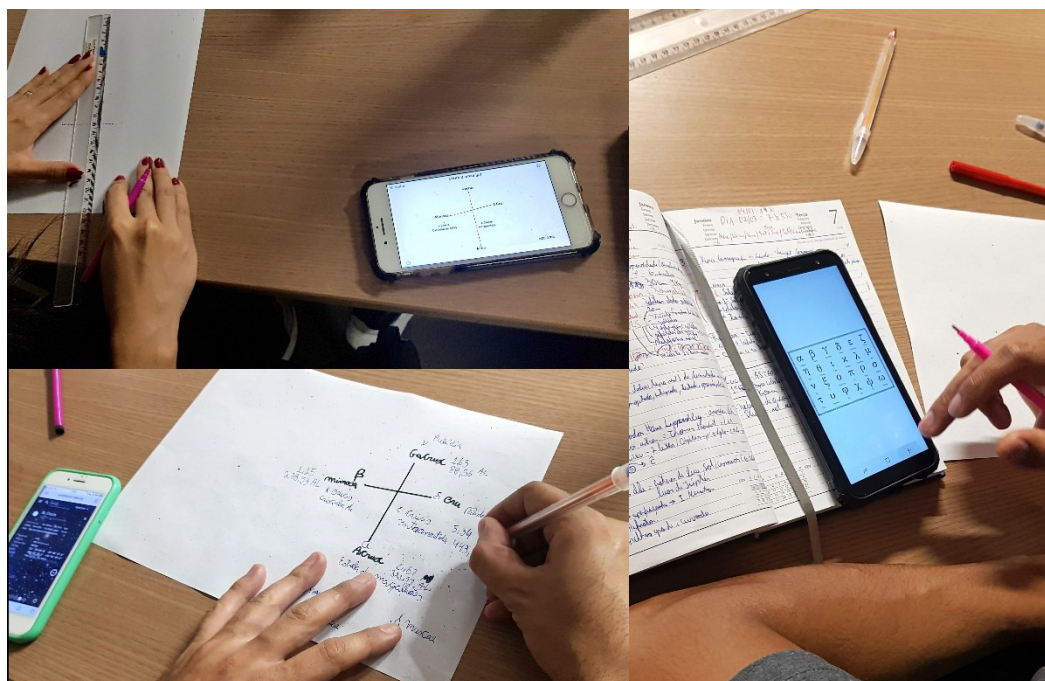


baixo custo, além de uma reciclagem em história da Astronomia, da astrofotografia, da fotografia e do papel da astrofotografia nas observações astronômicas e grandes descobertas científicas.

Foi percebido que alguns monitores participantes tiveram facilidade em utilizar o *Stellarium Web*, para obter os detalhes e informações de estrelas e objetos. No geral, os monitores participantes que tiveram facilidade em utilizar o *Stellarium Web*, finalizaram a atividade proposta (Plano de atividade IV) mais rapidamente e sem dificuldades, em relação a outros monitores participantes. Foi seguido o Plano de atividade IV e aconselhado a montagem de duplas, para a realização da oficina, organização que se mostrou proveitosa e positiva, pelo aspecto da defasagem citado.

No geral, os monitores participantes relataram que a atividade é factível, de fácil execução e interessante para compor o quadro de atividades e oficinas de planetários, por exemplo, como o do Planetário de Brasília, que se destina a crianças, adolescentes e público geral. Relataram, também, que utilizar os moldes de referência no *smartphone* era mais prático do que quando projetado, devido à qualidade de resolução do projetor. Desse modo, na tela do *smartphone*, os monitores participantes puderam dar *zoom*, aumentar a imagem e selecionar as regiões de interesse (Figura 8), e.g. no desenho da constelação do Cruzeiro do Sul, onde se encontra a Caixinha de Joias (NGC 4755) e a estrela “Intrometida” (Epsilon Crucis).

Portanto, tanto o guia “Astrofotografia na escola”, quanto os Planos de atividade e oficinas, podem ser aplicados em cursos de capacitação e aprimoramento de professores e profissionais da educação, como monitores educacionais de instituições que abordam ou estão envolvidas com Astronomia, divulgação científica e ciências, e.g. como o Planetário de Brasília.



**Figura 8** - Uso de *smartphones* para visualização do molde de referência, *Stellarium Web* e Internet. Capacitação de monitores educacionais do Planetário de Brasília. Aplicação da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, Plano de atividade IV.

**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.

	Plano de atividade I	Plano de atividade II	Plano de atividade III	Plano de atividade IV	Plano de atividade V
<b>Público-alvo</b>	Ensino fundamental anos finais; Ensino médio	Ensino fundamental; Ensino médio	Ensino fundamental anos iniciais e finais	Ensino fundamental anos finais; Ensino médio	Ensino fundamental anos iniciais e finais
<b>Faixa etária</b>	12 a 17 anos	12 a 17 anos	9 a 14 anos	12 a 17 anos	9 a 13 anos
<b>Tema</b>	Astrofotografia, observação noturna, fotografia	Astrofotografia, observação noturna, fotografia	Constelações, mitologia e cultura celeste	Astrofísica, distância estelar, Astronomia de posição, magnitude estelar	Nebulosas e meio interestelar
<b>Característica da atividade</b>	Evento de observação noturna e captura de astrofotografia na escola	Projeto interdisciplinar de Astronomia e ciências, envolvendo astrofotografia	Oficina didática dialogada, a partir do material “Mapa celeste astrofotográfico”	Oficina didática expositiva, a partir do material “Mapa celeste astrofotográfico”	Oficina didática expositiva, a partir do material “Brincando com as nebulosas”
<b>Metodologia</b>	Multidisciplinar e interdisciplinar	Interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar	Multidisciplinar e interdisciplinar
<b>Abordagem</b>	Dinâmica investigativa em etapas; Em grupos	De forma colaborativa; Extraclasse; Em grupos	Oficina didática dialogada; Em duplas	Oficina didática expositiva; Em duplas ou trios	Oficina didática expositiva; Individual ou em duplas
<b>Materiais necessários</b>	Ter acesso ao passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, <i>smartphone</i> e tripé simples	Ter acesso ao passo a passo “Como capturar uma astrofotografia”, <i>smartphone</i> e tripé simples	Imprimir o material “Mapa celeste astrofotográfico”, lápis, caneta, régua	Imprimir o material “Mapa celeste astrofotográfico”, lápis, caneta, régua, <i>smartphone</i> , acessar o app <i>Stellarium</i> ou <i>Stellarium Web</i>	Imprimir o material “Brincando com as nebulosas”, lápis, caneta, régua, glitter, algodão colorido, cola, barbante, tinta guache (opcional)
<b>Tempo necessário para execução</b>	1 a 2 horas	1 a 3 semanas	35 a 50 minutos	45 minutos a 1 hora	45 minutos a 1 hora

**Quadro 3** - Quadro geral com as informações, relações e diferenças entre os Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”.

**Fonte:** Produzido pelos autores.

Outro momento importante foi a aplicação do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, em março de 2022, na escola integral CEPI Prof.<sup>a</sup> Izabel Christina de Sousa Ortiz, em Formosa - GO, para 35 estudantes de 6º a 9º ano. Em parceria com o professor de física da escola, foi desenvolvida uma atividade no laboratório de ciências, que abordou conteúdos sobre os tipos de nebulosas, meio

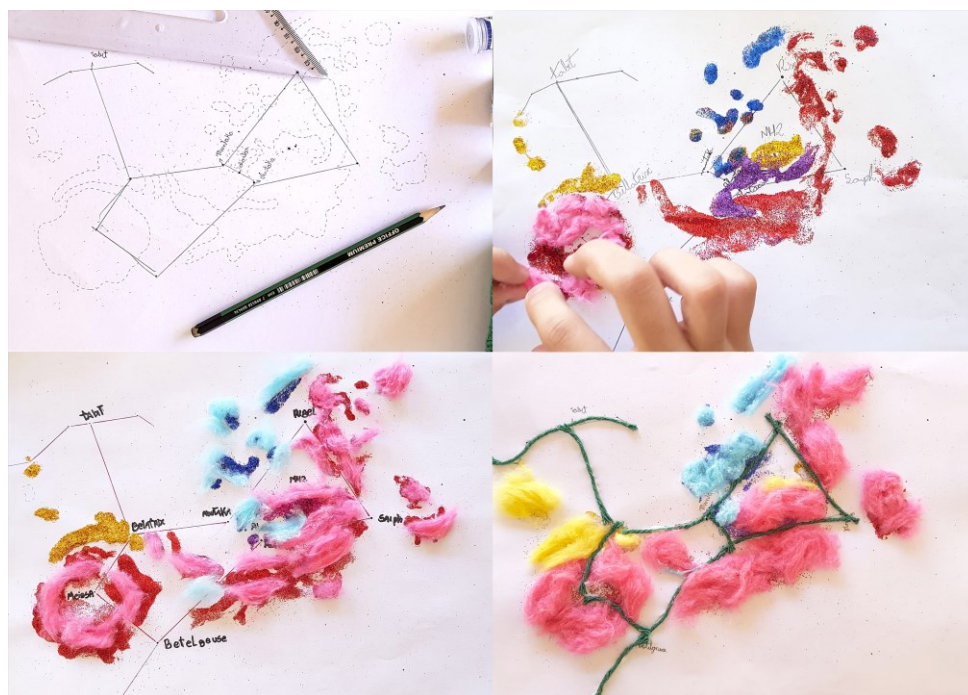


interestelar, vida e evolução das estrelas, escalas e dimensões, constelações, história da Astronomia e cultura celeste. Essa atividade teve o objetivo de preparar os estudantes, selecionados pelo professor de física, para a prova da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA), a partir do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”.

Na aplicação do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, foi percebido que os estudantes demonstraram interesse e atenção aos conteúdos e imagens da apresentação que precedeu a atividade. Esse detalhe se mostra relevante, pois o professor de física relatou da falta de atenção dos estudantes e do uso excessivo do celular em sala de aula, principalmente em momentos inoportunos. Atividades como a oficina “Brincando com as nebulosas”, acabam por chamar a atenção dos estudantes, primeiro por ser uma novidade e abordar conteúdos que os estudantes têm curiosidade, segundo por usar materiais lúdicos, como algodão colorido, glitter, cola e uma astrofotografia impressa, terceiro pela possibilidade de ser aplicada num ambiente fora da sala de aula, e.g. laboratório de ciências.

Os materiais utilizados, como o glitter, algodão colorido, barbante, etc. foram manuseados com facilidade pelos estudantes, ao longo da oficina “Brincando com as nebulosas”. Os autores observaram que, ao utilizar cola glitter colorida, é obtido um melhor resultado e controle na hora da aplicação, como mostra o quadrante superior direito da Figura 9.

Durante a aplicação das atividades e oficinas propostas, os autores recomendam entregar as astrofotografias impressas apenas ao final da apresentação ou introdução dos conteúdos, pois ocorre a dispersão dos estudantes, ou participantes, caso seja entregue antes das instruções. Já as instruções, precisam ser bem claras e seguir o que está descrito na seção “Procedimentos” dos Planos de atividade.



**Figura 9** - Etapas da oficina “Brincando com as nebulosas (Nebulosas em 3D)”, realizadas pelos estudantes. Exemplificação dos procedimentos do Plano de atividade V.

**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.

Desse modo, tanto o guia “Astrofotografia na escola”, quanto os Planos de atividade e oficinas, podem ser aplicados, também, em atividades preparatórias para a prova da OBA, por exemplo, pois englobam os conteúdos e temas de Astronomia que são trabalhados na prova, dos níveis I ao IV (Quadro 4).

O guia “Astrofotografia na escola”, seus Planos de atividade, oficinas e conteúdos se mostram relevantes enquanto recursos didáticos, pois dentre as potencialidades: envolvem processos dinâmicos e interessantes para os estudantes; promovem trocas de experiência e diálogos entre os professores, estudantes e envolvidos; são fáceis de serem aplicados e realizados; possibilitam experiências educacionais diferenciadas; proporcionam a abordagem, assimilação e construção de conteúdos diversos; trabalham noções espaço-temporais e habilidades motoras; são acessíveis e de baixo custo; atendem ampla faixa etária e diferentes etapas educacionais; podem ser adaptados ou modificados a partir do contexto escolar ou dos participantes.

<b>Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA)</b>				
	<b>Nível I</b>	<b>Nível II</b>	<b>Nível III</b>	<b>Nível IV</b>
<b>Etapa/ano</b>	Ensino fundamental: 1º a 3º ano	Ensino fundamental: 4º e 5º ano	Ensino fundamental: 6º a 9º ano	Ensino médio: 1º ao 3º ano
<b>Conteúdos</b>	Pontos cardeais, dia e noite, fases da Lua, eclipses, meses, ano, estações do ano, constelações e reconhecimento do céu	Dia e noite, horas, fases da Lua e eclipses, eclíptica, ano, estações do ano, objetos do Sistema Solar, galáxias, estrelas, ano-luz, origem do Universo e história da Astronomia, constelações e reconhecimento do céu	Além dos conteúdos do nível II, rotação, pontos cardeais, coordenadas geográficas, solstícios, equinócios, planetas, estrelas, cometas, galáxias, elementos químicos, unidade astronômica, ano-luz, mês-luz, dia-luz e segundo-luz	Além dos conteúdos do nível III, história da Astronomia, espectro eletromagnético, ondas, comprimento de onda, frequência, manchas solares, evolução estelar

**Quadro 4** - Conteúdos da prova da OBA, dos níveis I a IV, possíveis de serem trabalhados a partir de astrofotografias, da aplicação do guia “Astrofotografia na escola”, dos Planos de atividade e oficinas.

**Fonte:** Regulamento OBA 2022. Adaptado pelos autores.

Ainda assim, o guia “Astrofotografia na escola” apresenta caráter multi e interdisciplinar, primeiro por ter sido projetado almejando alcançar tais características, segundo por propor o envolvimento e a troca de metodologias durante o processo, entre professores, estudantes, comunidade escolar, etc. Essas características multi e interdisciplinares, podem ser vistas com mais clareza nas aplicações mencionadas anteriormente, nas figuras das atividades e oficinas, nos Planos de atividade e mais especificamente no Quadro 3 (Pág. 21).

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” pode ser aplicado em diferentes níveis e etapas

educacionais, como no ensino fundamental, médio e até no ensino superior. É capaz de englobar diversos componentes curriculares, como: ciências; projeto interdisciplinar; física; química; história; artes; filosofia; tópicos especiais em educação e recursos didáticos; ensino de física e ciências; estágios supervisionados; etc. Da mesma forma, sua aplicação pode ser feita em diversos contextos e eventos educacionais, e também científicos, como em: feiras de ciências; simpósios; encontros; planetários; clubes e eventos de Astronomia (internos e externos); reuniões; semanas universitárias; escolas; aulas preparatórias para a OBA; sala de aula; etc. Sendo possível atender uma ampla faixa etária e abranger uma extensa gama de possibilidades de sua aplicação.

As atividades e oficinas propostas no guia “Astrofotografia na escola”, se enquadram, também, em alguns eventos de Astronomia e C&T no Brasil. Os autores fizeram um levantamento de alguns eventos de C&T e cultura, onde são possíveis a aplicação e divulgação do guia “Astrofotografia na escola”. O guia “Astrofotografia na escola” pode ser aplicado, também, em atividades como capacitações, alinhamentos, eventos em Planetários, disciplinas de cursos de licenciatura, etc.

No Quadro 5, constam alguns eventos de C&T e cultura possíveis do guia “Astrofotografia na escola” ser aplicado, reproduzido e difundido.

<b>Possibilidade de aplicação do guia “Astrofotografia na escola” em eventos de ciência, tecnologia e cultura no Brasil</b>	
<b>Eventos de C&amp;T e Cultura</b>	<b>Instituição promotora</b>
SNEA – Simpósio Nacional de Educação em Astronomia	SNEA
ENAST – Encontro Nacional de Astronomia	ENAST
EREA – Encontro Regional de Ensino de Astronomia	OBA
SeITA – Semana de Imersão Total em Astronomia	ODA/Unesp Bauru
CIAA – Curso de Introdução à Astronomia e Astrofísica	INPE
SIASTRO – Simpósio Internacional de Astronomia e Astronáutica	MCTI
SNCT – Semana Nacional de Ciência e Tecnologia	MCTI
Jornada Espacial	OBA/AEB/DCTA
Reuniões Anuais da SBPC	SBPC
SBPC Jovem	SBPC
CONCINAT – Congresso Nacional de Ciências Naturais/ da Natureza	CONCINAT
SNEF – Simpósio Nacional de Ensino de Física	SNEF

**Quadro 5** - Possibilidade de aplicação do guia “Astrofotografia na escola” em eventos de C&T e cultura no Brasil.

**Fonte:** Produzido pelos autores.

Vale lembrar, ao professor ou profissional da educação, que é possível utilizar a “Linha do tempo da história da astrofotografia: um breve resumo” (Quadro 6, Anexo A), como complemento do guia “Astrofotografia na escola” e atividades que envolvam astrofotografia e Astronomia. Interessante reforçar que, a história da fotografia e da astrofotografia, bem como os momentos históricos, são excelentes recursos para mostrar aos estudantes e servem de conteúdo introdutório para variados temas e assuntos, por exemplo. No trabalho publicado por Pedro Ré (2009), é possível encontrar algumas imagens históricas, de alguns dos itens listados na Quadro 6.

O projeto “Astrofotografia na Escola” se estende para além do escopo desse trabalho. Os autores pretendem aplicar o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”, a priori em escolas do Distrito Federal, e a posteriori em outros estados brasileiros e eventos de C&T. Por isso, o interesse dos autores que o guia seja acessível, gratuito, reproduzível e compartilhado, no âmbito da educação em Astronomia e ciências. Dessa forma, os professores ou interessados podem ter acesso e aplicar em sala de aula, escolas, eventos, feiras de ciências, clubes de Astronomia, desenvolver projetos, etc. utilizando os Planos de atividade, materiais e projetos do guia “Astrofotografia na escola”, por exemplo.

Para ampliar o acesso e a discussão em astrofotografia, o compartilhamento de projetos, astrofotografias profissionais e amadoras, recursos didáticos em astrofotografia e Astronomia, técnicas de captura e equipamentos, etc., foram criados dois canais de comunicação, ou grupos virtuais, denominados “Astrofotografia na escola”. Os grupos são abertos, públicos e visam ampliar o uso da astrofotografia, no âmbito da educação e como recurso didático. Nesses grupos serão disponibilizados materiais, recursos didáticos, tutoriais, vídeos, textos, curiosidades, notícias, etc. e estabelecidas parcerias, debates e projetos, entre professores, profissionais da educação e interessados em astrofotografia e Astronomia. As plataformas *WhatsApp* e *Telegram* foram escolhidas, para hospedarem os grupos virtuais, por questões de praticidade e acessibilidade. O grupo do *WhatsApp* pode ser acessado em <https://chat.whatsapp.com/CDCOby8KyAPKAH0psSI0xR>. Já o grupo do *Telegram* pode ser acessado em <https://t.me/astrofotografianaescola>.



**Figura 10** - QR Codes para acessar os grupos “Astrofotografia na escola”. À esquerda, o QR Code para o grupo do *WhatsApp*. À direita, o QR Code para acessar o grupo do *Telegram*.  
**Fonte:** Imagem produzida pelos autores.

Além dos grupos virtuais, existe um perfil do projeto “Astrofotografia na escola”, no Instagram (@astrofotografianaescola), que pode ser acessado em [www.instagram.com/astrofotografianaescola/](http://www.instagram.com/astrofotografianaescola/). Nesse espaço, serão divulgadas visitas em escolas, eventos que envolvam astrofotografia, Astronomia e ciências, registros de oficinas ou capacitações, palestras, curiosidades, dicas, referências, etc. O perfil será utilizado como uma ferramenta para a divulgação de atividades, como oficinas e projetos, realizadas através da aplicação do guia “Astrofotografia na escola” e dos Planos de atividade.

Os autores almejam realizar aplicações do guia “Astrofotografia na escola” em diferentes contextos educacionais, a fim de colher dados e aprimorar a estrutura, a qualidade do material e dos recursos didáticos presentes no guia, assim como os métodos de aplicação, tanto dos Planos de atividade, como das oficinas e recursos didáticos.

Junto aos projetos, atividades e aplicação dos Planos de atividade do guia “Astrofotografia na escola”, é interessante elaborar uma apresentação de *slides*, contendo temas introdutórios, imagens, figuras, moldes, etc. a fim de facilitar a compreensão, por parte dos estudantes e participantes. A partir dessa abordagem, foi percebida uma melhor qualidade da apresentação dos conteúdos e materiais, assim como da atenção e foco, por parte dos participantes. Um modelo de apresentação, para a execução do Plano de atividade V e da oficina “Brincando com as nebulosas”, está disponível e pode ser baixado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6640650>. O modelo de apresentação, para a execução dos Planos de atividade III e IV e da oficina “Mapa celeste astrofotográfico”, está disponível e pode ser baixado em <https://doi.org/10.5281/zenodo.6647407>. A partir dos modelos de apresentação, é possível adicionar *slides*, mudar a ordem e também adaptar a apresentação, para abordar diversos temas e conteúdos.

## 9 Conclusões

A discussão acerca da astrofotografia como recurso didático se faz necessária, pois ao revisar a literatura foi percebida uma nítida defasagem e escassez de materiais e termos voltados para a prática da astrofotografia como recurso didático, e.g. sua materialização e uso em atividades de ensino de ciências e Astronomia.

O recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes”, assim como as astrofotografias apresentam grande potencial para serem inseridos e utilizados na prática das ciências e da Astronomia. Ademais, o guia “Astrofotografia na escola” pode ser aplicado em atividades práticas e lúdicas, como em oficinas de Astronomia, de ciências e de astrofotografia, em projetos, eventos e feiras interdisciplinares, capacitações de professores, etc., bem como em ambientes formais e não formais de aprendizagem em ciências, como em planetários fixos ou móveis, exposições e feiras de ciência e tecnologia, simpósios, congressos, reuniões, sala de aula, etc.

Por fim, os objetivos propostos nesse trabalho foram alcançados, uma vez que o recurso didático “Astrofotografia na escola: Um guia rápido de astrofotografia para professores e estudantes” foi apresentado, discutido, disponibilizado e difundido. Além disso, acreditamos ter contribuído para o debate acerca do uso de astrofotografias enquanto recursos didáticos, nos diferentes espaços de educação, ciência, tecnologia e cultura.

É encorajado aos professores, profissionais da educação e demais leitores a reflexão e elaboração de novas estratégias a partir de astrofotografias e seus processos, assim como a construção de recursos didáticos (materialização) baseados em astrofotografias, para ensinar Astronomia e ciências.

## Referências

- Amaral, J. A. D. (2019). *Astrofotografia como estratégia no ensino da Astronomia*. Dissertação de Mestrado, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo. doi:10.11606/D.14.2019.tde-13052019-162428. Recuperado em 2022-08-14, de [www.teses.usp.br](http://www.teses.usp.br)
- Arany-Prado, L. I. (2006). *À luz das estrelas*. Rio de Janeiro: DP&A.
- Boyd, D. M. & Ellison, N. B. (2007). Social network sites: Definition, history, and scholarship. *Journal of computer-mediated Communication*, 13(1), 210-230. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2MPnp9o>
- Caldas, L. (2020). *All is Dust in the Wind* [Video]. Instagram. <https://bit.ly/34DSovd>
- Carnegie Observatories. (2022). *Hubble's Famous M31 VAR! plate*. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://obs.carnegiescience.edu/PAST/m31var>
- Carvalho, T. F. G., & Ramos, J. E. F. (2020). A BNCC e o ensino da Astronomia: o que muda na sala de aula e na formação dos professores. *Revista Currículo e Docência*, 2(2), 84-101. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://periodicos.ufpe.br/revistas/CD/article/download/249561/37714>
- CASB. (2018). *Clube de Astronomia de Brasília. Encontros Brasileiros de Astrofotografia*, 1. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3vFeHwB>
- Couper, H. N., & Clarke, A. C. (2007). *The history of astronomy*. Londres: Firefly Books.
- Crossley, M. (2014). *Stellarium Hevelius Constellation Art*. Wilmslow Astro: Astronomy from a Cheshire suburb. Recuperado em 26 out., 2021, de [www.wilmslowastro.com/software/software.htm](http://www.wilmslowastro.com/software/software.htm)
- Damineli, A. & Steiner, J. (2010). *Fascínio do universo*. São Paulo: Odysseus.
- Dubach, L. L. & Ng, C. (1988). *Compendium of meteorological space programs, satellites, and experiments*. (No. NSSDC/WDC-AR/S-88-03). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/2LBb73L>
- ESA. (2022). *Webb Delivers Deepest Image of Universe Yet*. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://esawebb.org/news/weic2209/>
- ESO/EHT. (2019). *Astronomers capture first image of a black hole*. Recuperado em 26 out., 2021, de [www.eso.org/public/news/eso1907/](http://www.eso.org/public/news/eso1907/)
- ESO/EHT. (2022). *Astrônomos divulgam primeira imagem do buraco negro no coração da nossa Galáxia*. Recuperado em 04 jun., 2022, de [www.eso.org/public/brazil/news/eso2208-ehm-mw/](http://www.eso.org/public/brazil/news/eso2208-ehm-mw/)
- Ferreira, L. & Asfour, D. (2015). *Astronomia e Astrofotografia: Uma janela para o Ensino de Ciências*. Programa AEB Escola. Agência Espacial Brasileira (AEB). Brasília, 2015. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://doi.org/10.5281/zenodo.5950001>

Ferreira, L. & Furtado, D. A. (2019). Fotografia e Astrofotografia: O que é, como é feita e para que serve?. *Anais do Congresso Nacional de Ciências Naturais/da Natureza - CONCINAT*. Planaltina, Brasil, 3. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3cDL59i>

Ferreira, L. (2022). Astrofotografia como recurso pedagógico multi e interdisciplinar para ensinar ciências e Astronomia. In Braga, D. L. S. *Pesquisas e inovações nacionais em engenharias, ciências agrárias, exatas e da terra*. (Chap. 18, pp. 252-297). Florianópolis: Instituto Scientia. Recuperado em 04 jun., 2022, de <https://instituto.scientia.com/wp-content/uploads/2022/04/Livro-Engenharia-Agrarias-Exatas.pdf>

G1/Globo. (2020). *Fotos: confira imagens da bola de fogo registrada no céu do interior de SP*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://glo.bo/38ruFzs>

Galli, F. C. S. (2004). Linguagem da Internet: um meio de comunicação global. *Hipertexto e gêneros digitais: novas formas de construção de sentido*. Rio de Janeiro, 120-134. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3s7iBg0>

Gee, M. (2013). *Full Moon Silhouettes* [Video]. YouTube. <https://youtu.be/ehulHtKfpuM>

Justiniano, A. & Botelho, R. (2016). Construção de uma carta celeste: Um recurso didático para o ensino de Astronomia nas aulas de Física. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 38(4). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3mxW08f>

Langhi, R. & Nardi, R. (2012). *Educação em Astronomia: repensando a formação de professores*. São Paulo: Escritoras editoras.

Light Pollution Map. (2020). *Light Pollution Map*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3orsIvd>

Lima, M. R. N. (2007). *A fotografia como instrumento da documentação e preservação da memória: arte e sobrevivência no alto Vale do Ribeira*. (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica de São Paulo). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/38d9S2A>

Mourão, R. R. F. (1987). *Dicionário Enciclopédico de Astronomia e Astronáutica*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira.

NASA & ESA. (2015). *Sharpest ever view of the Andromeda galaxy*. Hubble space telescope - HST. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2Lt5SDn>

NASA & ESA. (n.d.). *The Hubble deep fields*. Hubble space telescope - HST. Recuperado em 26 out., 2021, de [https://esahubble.org/science/deep\\_fields/](https://esahubble.org/science/deep_fields/)

NASA, ESA, & Hubble Heritage Team. (2021). *About - Story | Edwin Hubble*. Recuperado em 26 out., 2021, de [www.nasa.gov/content/about-story-edwin-hubble](http://www.nasa.gov/content/about-story-edwin-hubble)

NASA. (2015). *Mariner 4 mission page*. NSSDC Image Catalog. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/2Lg6Y5x>

NASA. (n.d.). *Apollo missions*. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/39dRCXo>



- NASA. (n.d.). *Voyager: The mission timeline*. Jet propulsion laboratory - JPL. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://go.nasa.gov/35qAj4m>
- 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 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2TSZVjI>
- Nogueira, S. & Canalle, J. B. G. (2009). *Astronomia: ensino fundamental e médio*. Coleção explorando o Ensino, 11. Brasília: MEC, SEB; MCT; AEB.
- Ré, P. (2009). *History of astrophotography timeline*. History of astrophotography. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3gZuJdL>
- Ribeiro, C. A. (2019). Astrofotografia na divulgação da Astronomia: uma experiência em escolas de ensino fundamental e médio de Trairi. *Revista Docentes: Inovação metodológica do ensino através da inserção tecnológica*, 4(8). Fortaleza. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/2IzWY2n>
- Ridpath, I. (2018). *Hevelius and the Firmamentum Sobiescianum*. Ian Ridpath. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34qQDRR>
- Schröder, K. P. & Lüthen, H. (2009). Astrophotography. *Handbook of Practical Astronomy*, p. 133-173. Springer, Berlin, Heidelberg. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34rHbOk>
- Stoduto, R. D. (2012). *Lomografia: a fotografia como forma de manifestação visual do imaginário contemporâneo*. (Dissertação de Mestrado, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul). Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/3mspLY0>
- Targosz, K. (1988). *Firmamentum Sobiescianum: the magnificent baroque atlas of the sky*. *Organon*, 24, 151-179. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/34u6yPw>
- Villegas, A. (2009). *O controle da cor: gerenciamento de cores para fotógrafos*. Santa Catarina: Photos.
- Voltmer, S. (2020). Great conjunction: Saturn and Jupiter converge. NASA. Michigan Technological University. Recuperado em 14 jul., 2022, de <https://go.nasa.gov/3pgDu5Q>
- Wolfschmidt, G. (2005). Josef Petzval (1807-1891) and the early development of astrophotography. *Acta Universitatis Carolinae. Mathematica et Physica*, 46, 213-231. Recuperado em 26 out., 2021, de <https://bit.ly/39ANORD>

---

Artigo recebido em 05/11/2021.

Aceito em 12/07/2022.



## ANEXO A - LINHA DO TEMPO DA HISTÓRIA DA ASTROFOTOGRAFIA: UM BREVE RESUMO

<b>Linha do tempo da história da astrofotografia: um breve resumo (1800 – 2022)</b>
1800 - Thomas Wedgwood produz "pinturas de Sol" colocando objetos opacos em couro tratado com nitrato de prata; as imagens resultantes deterioraram-se rapidamente.
1816 - Joseph Nicéphore Niépce combina a câmera obscura com papel fotossensível.
1826 - Joseph Niépce produz a primeira imagem permanente usando uma câmera obscura e betume branco.
1834 - Henry Fox Talbot cria imagens permanentes (negativas) usando papel embebido em cloreto de prata e fixado com solução salina.
1837 - Louis Daguerre cria imagens em cobre folheado à prata, revestido com iodeto de prata e "revelado" com mercúrio aquecido (daguerreótipo).
<b>1939</b> - John William Herschel usa pela primeira vez o termo Fotografia (que significa escrever com a luz).
1939 - Primeiro daguerreótipo da Lua, sem sucesso, obtido por Daguerre (imagem borrada - longa exposição).
<b>1840</b> - John Draper obtém o primeiro daguerreótipo, bem-sucedido (corretamente exposto), da Lua usando um refletor de 13 cm com uma longa distância focal (exposições de 20 min).
1842 - Astrônomo austríaco G. A. Majocchi obtém a primeira fotografia da fase parcial de um eclipse solar em um daguerreótipo (2 min de exposição).
1849 a 1852 - William Bond e John Adams Whipple obtém uma série de daguerreótipos lunares com o refrator de Harvard de 38 cm (exposições de 40 s).
<b>1850</b> - Primeira fotografia estelar ( $\alpha$ Lyrae, Vega), obtida por John Adams e William Bond usando o refrator Harvard de 38 cm (daguerreótipo, exposição de 100 s).
<b>1851</b> - Frederick Archer melhora a resolução fotográfica espalhando uma mistura de colódio (algodão nitrado dissolvido em éter e álcool) e produtos químicos em folhas de vidro. A fotografia de colódio em placa úmida era mais barata do que os daguerreótipos; o processo negativo para positivo permitia reproduções ilimitadas.
1851 - Primeiro daguerreótipo de eclipse total do Sol obtido por M. Berkowski, registrando a coroa interna e várias proeminências. Em Roma, Angelo Secchi registra as fases parciais do eclipse (refrator de 162 mm).
1857 - George Bond fotografa (colódio úmido) a estrela dupla Mizar ( $\zeta$ UMa) e Alcor (80 UMa) usando o refrator Harvard de 38 cm.
1857 - Warren de la Rue obtém imagens de Júpiter e Saturno com um refletor de 33 cm. As exposições (12 s para Júpiter e 60 s para Saturno) foram malsucedidas (as imagens do planeta mediram apenas 0,5 mm na placa).
<b>1858</b> - George Bond mostra que a magnitude das estrelas pode ser derivada de fotografias astronômicas (fotometria estelar).

<p><b>1861</b> - Warren de la Rue menciona a possibilidade de realizar um levantamento fotográfico para obter um Mapa Estelar de todo o céu (astrometria).</p>
<p>1861 - James Clerk Maxwell demonstra um sistema de fotografia colorida, envolvendo três fotografias em preto e branco, cada uma tirada através de um filtro vermelho, verde e azul.</p>
<p>1871 - O astrônomo alemão Hermann Carl Vogel obtém excelentes fotografias do Sol usando um refrator de 294 mm, equipado com um obturador elétrico (exposições de 1/5000 a 1/8000s).</p>
<p><b>1872</b> - Henry Draper registra pela primeira vez um espectro estelar (Vega), usando um refletor de 72 cm e um prisma de quartzo.</p>
<p>1874 - Pierre Janssen desenvolve o revólver fotográfico para registrar o trânsito do planeta Vênus, pela face do Sol, em 8 de dezembro de 1874.</p>
<p>1875 - Henry Draper fotografa os espectros de quase todas as estrelas brilhantes, usando uma lente de 29 cm e um prisma de quartzo localizado próximo à placa fotográfica.</p>
<p><b>1876</b> - William Huggins usa a placa seca pela primeira vez para registrar espectros. De 1876 a 1886, Huggins e Miller fotografam os espectros de todas as estrelas de primeira e segunda magnitude (exposições de 60 min).</p>
<p>1879 - Andrew Common fotografa Júpiter usando seu refletor de 91 cm (exposições de 1 s).</p>
<p>1879 a 1883 - Henry Draper fotografa o espectro de 50 estrelas.</p>
<p><b>1880</b> - Henry Draper obtém a primeira fotografia da nebulosa de Orion (M42). Draper usou um refrator Alvan Clark de 28 cm. Draper obtém duas outras fotografias de M42 em 1881/1882 com tempos de exposição mais longos (104 min e 137 min).</p>
<p>1881 - Primeira imagem bem-sucedida de um cometa (Tebbutt 1881 III) obtida por Jules Janssen em 30 de junho. Janssen usou uma placa seca e uma exposição de 30 min.</p>
<p><b>1882</b> - W. Huggins fotografa o espectro de uma nebulosa (M42) pela primeira vez (exposição de 45 min).</p>
<p>1882 - Edward Pickering inicia um programa no observatório de Harvard usando prismas objetivos. Esta configuração permitiu que Pickering obtivesse vários espectros em uma única placa.</p>
<p><b>1883</b> - Andrew Common fotografa a nebulosa de Orion usando seu refletor de 91 cm. Os 37 minutos de exposição revelam estrelas que não foram detectadas visualmente pela primeira vez.</p>
<p><b>1885 a 1886</b> - Os Irmãos Henry, Paul Henry e Prosper Henry, fotografam Júpiter e Saturno usando o refrator de 33 cm do Observatório de Paris. Estas foram as primeiras imagens planetárias de sucesso.</p>
<p><b>1887 a 1899</b> - William Wilson registra várias imagens do céu profundo no observatório de Daramona (Westmeath, Irlanda). As fotos de Wilson são praticamente desconhecidas hoje.</p>
<p>1888 a 1890 - William Pickering fotografa com sucesso Marte, usando dois refratores (38 cm e 32 cm de abertura) no observatório Pic du Midi (França).</p>
<p>1890 - Edward Singleton Holden obtém imagens de alta resolução da Lua, usando o refrator Lick de 91 cm.</p>
<p>1899 - James E. Keeler inicia um levantamento fotográfico das nebulosas no observatório Lick (Mount Hamilton, Califórnia).</p>

1889 - Primeira de uma longa série de astrofotografias de campo profundo obtidas por Edward Barnard.
<b>1899</b> - O astrônomo alemão Julius Scheiner registra o espectro da galáxia de Andrômeda (M31), com uma exposição de 7 h e 30 min, provando que era composto de estrelas individuais.
1909 a 1911 - George Ritchey registra vários aglomerados de estrelas e nebulosas com o refletor Mount Wilson de 1,52 m (exposições de até 11 h obtidas durante várias noites).
<b>1923 a 1924</b> - Edwin Hubble usando o telescópio Hooker de 2,54 m, foi capaz de identificar variáveis Cefeidas na galáxia de Andrômeda e estima sua distância (800.000 anos-luz). Hubble mudou a compreensão dos astrônomos sobre a natureza do universo, demonstrando a existência de outras galáxias além da Via Láctea.
<b>1929</b> - Edwin Hubble, com base em fotografias de espectros (exposições de dezenas de minutos), descobre que o grau de desvio para o vermelho - <i>redshift</i> - observado em várias galáxias aumenta na proporção de sua distância à Via Láctea. Isso ficou conhecido como a lei de Hubble e ajudaria a estabelecer que o universo está se expandindo.
<b>1936</b> - Milton Humason fotografa galáxias a 240 milhões de anos-luz com o telescópio Hooker.
1946 - Primeira foto da Terra tirada do espaço pelo foguete alemão V-2 N°13.
<b>1948 a 1958</b> - Conclusão do Palomar Observatory Sky Survey (POSS), as astrofotografias foram capturadas utilizando placas fotográficas sensíveis ao azul (Kodak 103a-O) e ao vermelho (Kodak 103a-E) no telescópio Samuel Oschin Schmidt de 1,22 m.
<b>1960</b> - Sonda Mariner 4 transmite a primeira fotografia digital planetária. Série de 21 fotos da superfície do planeta Marte em seu sobrevoo em 1965.
<b>1966</b> - Primeira foto da Terra vista da órbita lunar, tirada pela sonda Lunar Orbiter 1.
<b>1968</b> - Fotografia colorida do nascer da Terra, vista da Lua por um astronauta da Apollo 8.
1969 - Fotografias em solo lunar capturadas pelos astronautas da Apollo 11.
<b>1977</b> - Voyager 1 captura a Terra e a Lua numa mesma foto, a uma distância de 11,6 milhões de km da Terra.
<b>1979 a 1989</b> - As sondas Voyager 1 e 2 capturam imagens históricas em suas passagens próximas aos planetas gasosos: Júpiter, Saturno, Urano e Netuno, e algumas de suas luas.
1990 - A sonda Voyager 1 tira a famosa foto “Pálido ponto azul”, da Terra, a 6,4 bilhões de quilômetros e quebra o recorde da foto mais distante tirada do planeta Terra.
<b>1995</b> - Telescópio Espacial Hubble captura, durante 10 dias, sua primeira imagem de campo profundo, a partir de sensores CCDs, de galáxias a bilhões de anos-luz da Terra.
<b>2015</b> - Primeira foto, em alta resolução, do planeta-anão Plutão pela sonda New Horizons.
2015 - Telescópio Espacial Hubble captura a maior (4,3 GB) e mais precisa imagem da galáxia de Andrômeda (M31), revelando 100 milhões de estrelas e milhares de aglomerados estelares.
<b>2019</b> - Primeira imagem de um buraco negro capturada pela equipe do Event Horizon Telescope (EHT).
<b>2022</b> - Primeira imagem do buraco negro supermassivo do centro da Via Láctea, Sagittarius A*, captura realizada pela equipe do Event Horizon Telescope (EHT).

**2022** - Telescópio Espacial James Webb captura, numa imagem de campo profundo de 12,5 horas, o registro em infravermelho mais profundo do Universo, na direção da constelação Volans (Peixe Voador).

**Quadro 6** - Linha do tempo da história da astrofotografia; as datas em negrito representam uma leitura rápida dos grandes avanços astrofotográficos e astronômicos.

**Fonte:** Pedro Ré, 2009. Revisado e complementado pelos autores.

## O ENSINO DE ASTRONOMIA EM UM CURSO DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES: O CASO DA SUPERFÍCIE MARCIANA

 Hualan Patrício Pacheco <sup>1</sup>  
 Marli Lúcia Tonatto Zibetti <sup>2</sup>

**Resumo:** O presente trabalho tem como objetivo o relato da experiência de ensino de Astronomia em um curso de formação de professores, especificamente sobre as características areológicas do planeta Marte por meio da utilização de materiais didáticos impressos em impressora 3D. Os estudantes que participaram da prática de ensino eram do curso de licenciatura em Física do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO) e estavam no sétimo período, cursando a disciplina optativa de Introdução à Astronomia e Astronáutica. A prática docente foi desenvolvida com êxito no sentido de permitir que os discentes buscassem conhecimento acerca das questões relacionadas à superfície de Marte, utilizando-se de outras áreas do conhecimento, tais como a Geologia e a Física. Ao final percebeu-se o engajamento dos estudantes nas atividades propostas pelo docente e o domínio de informações pesquisadas, demonstrando que a prática de ensino extrapolou aquilo para a qual havia sido pensada inicialmente.

**Palavras-chave:** Ensino de Astronomia; Formação de Professores; Superfície Marciana; Relato de Experiência.

### LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA EN UN CURSO DE FORMACIÓN DOCENTE: EL CASO DE LA SUPERFICIE MARCIANA

**Resumen:** El presente trabajo tiene como objetivo relatar la experiencia de la enseñanza de la Astronomía en un curso de formación docente, específicamente sobre las características areológicas del planeta Marte mediante el uso de materiales didáticos impresos en una impresora 3D. Los alumnos que participaron de la práctica docente eran de la carrera de Física del Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Rondônia (IFRO) y estaban en el séptimo período, cursando la optativa *Introducción a la Astronomía y Astronáutica*. La práctica docente se desarrolló con éxito en el sentido de permitir a los estudiantes buscar conocimientos sobre temas relacionados con la superficie de Marte, utilizando otras áreas del conocimiento, como la Geología y la Física. Al final, se notó el compromiso de los estudiantes en las actividades propuestas por el docente y el dominio de la información investigada, demostrando que la práctica docente extrapoló lo inicialmente pensado.

**Palabras clave:** Enseñanza de Astronomía; Formación de Profesores; Superficie Marciana; Informe de Experiencia.

### TEACHING ASTRONOMY IN A TEACHER TRAINING COURSE: THE CASE OF THE MARCIAN SURFACE

**Abstract:** The present work aims to report the experience of teaching Astronomy in a teacher training course, specifically on the areological characteristics of planet Mars through the use of didactic materials printed with a 3D printer. The students who participated in the teaching practice were from the Physics degree course at the Federal Institute of Education, Science and Technology of Rondônia (IFRO) and were engaged in the seventh period, taking the optional course *Introduction to Astronomy and*

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia (IFRO), Porto Velho, Brasil.  
E-mail: hualan.pacheco@ifro.edu.br.

<sup>2</sup> Universidade Federal de Rondônia (UNIR), Porto Velho, Brasil. E-mail: marlizibetti@unir.br.

*Astronautics.* The teaching practice was successfully developed in order to allow students to seek knowledge about issues related to the surface of Mars, using other areas of knowledge, such as Geology and Physics. In the end, the students' engagement in the activities proposed by the teacher and the mastery of researched information was noticed, demonstrating that the teaching practice extrapolated what it had been initially thought.

**Keywords:** Teaching Astronomy. Teacher Training. Martian Surface. Experience Report.

## 1 Introdução

Dentro do cenário educacional a formação docente é um dos pilares para a melhoria do ensino e da educação nacional, sendo foco de diversas discussões e ponto de questionamento intenso pelos pesquisadores da área. No contexto histórico, podemos separar três modelos distintos para a formação docente: o modelo conteudista, que é pautado na organização do conteúdo a partir do esquema 3+1 (três anos de conteúdos e conhecimentos específicos mais um ano de conhecimentos pedagógicos e didáticos); o modelo de transição, baseado na aprovação da primeira Resolução do CNE/CP nº 1/02, que cria as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Formação de Professores/as para a Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena; e o modelo de resistência, que surge a partir da aprovação da Resolução do CNE/CP nº 2/15 sobre a formação de professores/as e a Resolução CNE/CP nº 2/19 que modifica as diretrizes de formação de professores (Coimbra, 2020).

Embora os diversos modelos possuam suas contribuições para a sociedade e sobre a forma como o ser humano tem atuado no ambiente é impossível desvincular em cada um destes o papel do professor como aquele indivíduo que forma os diversos profissionais para a atuação no mercado de trabalho e nas tomadas de decisões dos novos rumos da humanidade. A escola e a educação são o ponto central para a humanização, sendo parte integrante da evolução do homem e da busca pela cidadania, esta é uma das argumentações de Gatti (2017).

A educação escolar é vital para a garantia da cidadania sendo ponto importante para o processo de humanização do indivíduo. Neste sentido a escola é central e se torna campo de interesse público, pois reflete a organização da sociedade vigente. A educação escolar deve ser fomentada em qualquer nível, desde a educação básica até a educação superior e no contexto geral destaca-se o trabalho e a figura dos professores como parte da força motriz das mudanças escolares.

A educação é um processo complexo que se realiza com seres humanos, não sendo, portanto, um processo que ocorre facilmente através da aplicação de técnicas acumuladas ao longo dos anos de formação. Assim a formação docente está associada ao incentivo a uma prática reflexiva na qual os formadores devem valorizar os diferentes aspectos da história individual e profissional do docente e reconhecer que a formação de professores se dá em um *continuum* (Gatti et al., 2019).

Assentados nesses princípios e na formação de docentes observamos que práticas em Astronomia têm contributos para a reflexividade e criticidade, tal como podemos ver em Costa et al. (2016). Essas práticas permitiram a mudança de concepção dos alunos e a perspectiva de que a ciência se constrói de maneira histórica, superando o senso comum. Neste sentido as práticas em ensino de Astronomia permitem que os

alunos, em qualquer nível de escolaridade, busquem outras maneiras de se informar por meio de espaços não formais de ensino.

A necessidade de utilização de metodologias ativas para o ensino de Astronomia em escolas do ensino básico reside nas próprias diretrizes curriculares nacionais para o ensino médio, tal como pode ser visto em Mota et al. (2009), além disso é imprescindível que o ensino desses temas seja realizado, tendo em vista os avanços tecnológicos e as novas descobertas que são realizadas a cada dia.

A partir desta justificativa a prática aqui relatada foi desenvolvida com base na perspectiva da formação pedagógica que incentive a pesquisa e a reflexividade. O ensino de Astronomia é ponto importante para a alfabetização científica e tem sido utilizado como fator motivador para o estudo de ciências, conforme evidenciado por Rodrigues e Briccia (2019):

[...] o ensino de Astronomia pode despertar o interesse dos alunos pelas Ciências Naturais e as demais áreas subjacentes a ela, desde que não seja apresentada de forma superficial e permita que os alunos percebam a profundidade a ser explorada por temas implícitos em face de outras Ciências.

Assim o ensino de Astronomia é um campo fértil para a motivação de alunos de diversos níveis de escolaridade. Quando tratado nos cursos de formação de professores pode atuar no sentido de permitir que o futuro docente amplie a sua visão da transversalidade das ciências e as suas relações com outros ramos que aparentemente estão totalmente desconexos.

Esta prática com base na aplicação de escalas cartográficas, na exploração e reconhecimento da superfície marciana com a identificação de crateras mostrando a interdisciplinaridade do conhecimento escolar é aplicável em outras propostas, dentre estas podemos destacar aquela descrita por Dutra e Goulart (2014), que traz uma atividade de ensino sobre a órbita de Marte aplicável ao ensino médio, com um alto poder de conectar conteúdos de Física, Astronomia e Matemática.

Desta maneira espera-se o impacto na formação dos estudantes que participaram desta prática educacional e, por fim, a modificação de sua futura atividade pedagógica com a aplicação dos conhecimentos que foram colocados ao longo das aulas.

## **2 O ensino do relevo marciano por meio da Astronomia: transversalidades na formação de professores**

A Geologia é a ciência que estuda a Terra, sua formação, sua composição, sua estrutura, seus tipos de relevo e suas origens, por meio de evidências concretas, retiradas da observação das formações geológicas, colhidas em análises minuciosas de fósseis e camadas de sedimentos.

Especificamente os conhecimentos da Geofísica, que estuda a estrutura, a composição e a dinâmica da Terra por métodos físicos (magnetometria, gravimetria e sismologia), têm grande importância quando aplicados ao contexto da Astronomia, por permitir o entendimento de aspectos de planetas do nosso Sistema Solar que inferem

diretamente sobre a formação, origem e evolução do planeta ao longo dos bilhões de anos que se sucederam à sua formação (Silva & Crispim, 2019).

Os quatro primeiros planetas do Sistema Solar, Mercúrio, Vênus, Terra e Marte, são rochosos ou telúricos e possuem uma estrutura de camadas que conta com uma crosta rochosa. Observamos que os estudos desses astros são parcialmente fundamentados nas pesquisas realizadas na crosta terrestre onde comparações de aspectos da nossa superfície se estendem para Marte, Vênus e Mercúrio (Oliveira Filho & Saraiva, 2016).

O Vulcanismo e a Vulcanologia são ramos da Geologia que se preocupam com a formação de vulcões e com a ejeção de material magmático para a crosta terrestre e estes estudos tem implicações importantes nos planetas e até mesmo nas luas do Sistema Solar. Um exemplo da importância desse estudo é a existência de um platô vulcânico em Marte, a região de Tharsis, conhecida por abrigar o maior vulcão do Sistema Solar, Monte Olimpo, que comentaremos adiante.

Ao entendermos os diversos ramos da Geologia, principalmente aqueles que se preocupam com as formações rochosas e que tem implicações para a Astronomia elevamos o nosso conhecimento sobre o universo e sobre a formação do Sistema Solar. Observamos que, com a interdisciplinaridade entre as ciências, o estudo de determinadas características do Sistema Solar não pode ser realizado por ciências isoladas, mas sim pela integração entre estas disciplinas e por meio do entendimento da transversalidade da Astronomia.

No contexto de um curso de formação de professores foi possível estabelecer uma prática pedagógica que tivesse como finalidade o ensino de Astronomia, especificamente a morfologia do planeta Marte, utilizando-se de modelos em impressoras 3D que permitissem aos alunos observarem as diversas formações areológicas (areologia é o estudo da superfície marciana) e crateras de impacto deste planeta.

Os 10 estudantes que participaram do estudo tinham faixa etária que variava entre 22 e 45 anos, sete do sexo masculino e três do sexo feminino, cursando o sétimo período do Curso de Licenciatura em Física (noturno) do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Rondônia – IFRO, campus Porto Velho – Calama. Os alunos cursavam a disciplina optativa de Introdução à Astronomia e Astronáutica, que já havia sido ofertada anteriormente em outras turmas, no entanto, a utilização desta metodologia não havia sido feita, mesmo que os temas escolhidos fossem os mesmos de momentos anteriores.

### **3 As regiões e crateras da superfície marciana**

O material didático que propomos, para o ensino de Astronomia não se limita somente ao ensino desta ciência, mas também pode ser aplicado ao ensino de diversos conceitos de geografia indo desde a formação de cânions e depressões, até a planícies e outras formas de relevo.

O material de baixo custo que pode ser utilizado para o ensino dos aspectos de Marte e outros corpos celestes é tido como um material de fácil acesso, já que pode ser encontrado nos sites de grandes instituições de pesquisa espacial, tais como a NASA



(Administração Nacional do Espaço e Aeronáutica) através do site “sa3d.arc.nasa.gov”. Neste endereço eletrônico podemos encontrar arquivos para impressão 3D em diversos formatos e também sobre diversos corpos celestes, tais como a nossa Lua, Marte, Vênus e asteroides em geral.

Foram escolhidas 6 regiões marcianas que são importantes para os estudos realizados por sondas e *rovers*, tais como o Curiosity, Opportunity e Perseverance. As regiões que foram estudadas são: Cratera Victória, Cratera Gusev, Região de Tharsis, Cratera Gale, Cratera Jezero e a Valle Marineris.

A Cratera Victória (Figura 1) é localizada em Marte e consiste em uma cratera de impacto que possui características suaves, ou seja, tem grande diâmetro se comparado com sua profundidade ou seus depósitos de materiais. Ela possui aproximadamente 730 m de largura por 70 m de profundidade, sendo continuamente afetada pela erosão e foi visitada em 2006 pela nave Opportunity, após esse veículo viajar por 21 meses até Marte (NASA, 2006a).



**Figura 1** - Cratera Victória.

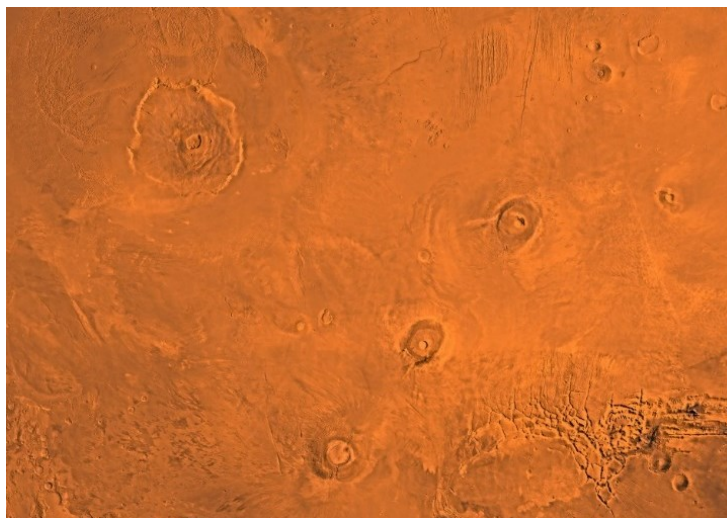
**Fonte:** NASA (2006b).

A Cratera Gale (Figura 2) é de impacto e possui 150 km de diâmetro e um montículo em seu centro (conhecido como Monte Sharp) que tem entre 4,5 km e 5 km acima das bordas da cratera. Muitas crateras de impacto na Lua têm configurações semelhantes e por essa razão se faz necessário, em Astronomia, estudar esse ponto específico de Marte (NASA, 2011).



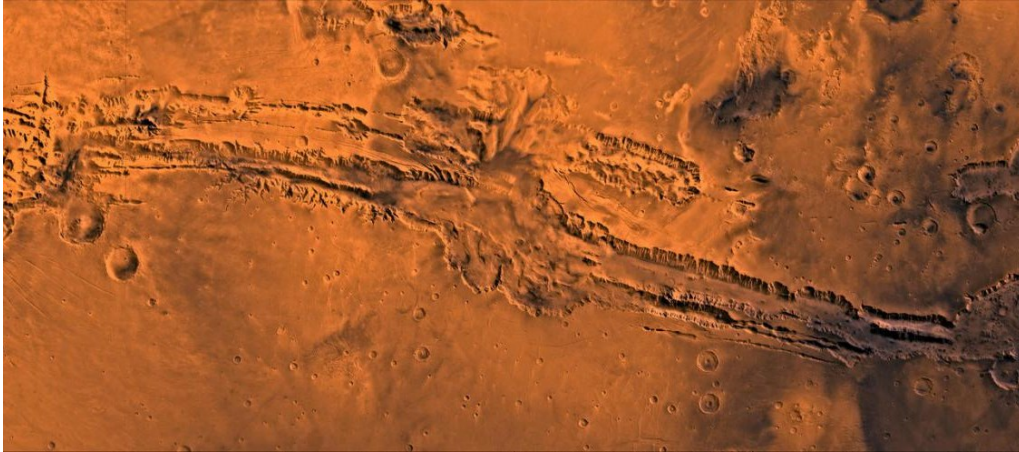
**Figura 2** - Cratera Gale, visitada por sonda da NASA.  
**Fonte:** NASA (2011).

A Região de Tharsis (Figura 3) é um platô vulcânico localizada no equador de Marte onde é possível encontrar diversos montes que antes eram vulcões ativos, incluindo um dos maiores do nosso Sistema Solar, denominado Monte Olimpo, que possui aproximadamente 27 km de altura e mais de 600 km de diâmetro, sendo cercado por uma escarpa de até 6 km de altura. O Platô foi formado a aproximadamente 3,7 bilhões de anos e formou diversos outros relevos da superfície de Marte, incluindo o Cânion de Valles Marineris (NASA, 1998a).



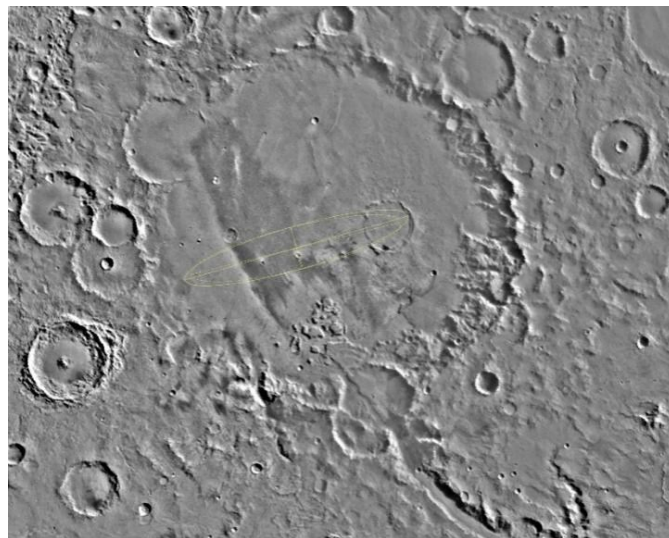
**Figura 3** - Região de Tharsis.  
**Fonte:** NASA (1998a).

O Cânion de Valle Marineris (Figura 4) tem aproximadamente 3.000 km de extensão e 600 km de largura, por comparação a extensão desse cânion é maior que a distância que separa o leste e o oeste dos Estados Unidos. O Valle Marineris é situado no equador do planeta e outra teoria de formação para essa região é que existia uma grande quantidade de água fluindo até formar o cânion que conhecemos hoje, que possui, em alguns pontos, 8 km de profundidade (NASA, 1998b).



**Figura 4** - Cânion Valle Marineris.  
**Fonte:** NASA (1998c).

A Cratera Gusev (Figura 5) é de impacto, com diâmetro de aproximadamente 180 km, e se acredita que tenha sido formada há alguns bilhões de anos (entre 3 e 4 bilhões de anos). Este relevo é de grande importância, pois foi visitado pela espaçonave Spirit em 3 janeiro de 2004. Essa cratera fica em um local que supostamente foi, em um passado longínquo, um leito de rio, por essa razão esperava-se que existisse indícios de água que poderiam ser captados pelo veículo de exploração (NASA, 2016).



**Figura 5** - Cratera Gusev, nome dado ao astrônomo russo Matvei Gusev.  
**Fonte:** NASA (2003).

A Cratera Jezero (Figura 6) fica na região da Planície (Bacia) Isidis e provavelmente foi, em algum momento da história de Marte, inundada por água e possivelmente abrigou vida. A cratera possui 45 km de diâmetro e possui 750 metros de profundidade, tendo nomenclatura inspirada em algumas línguas eslavas que dão significado de “lago” a palavra que denomina a cratera. A cratera foi visitada pelo rover Perseverance e a região tem interesse de pesquisa devido às evidências de fluxo de rio antigo formando um delta que há muito tempo está seco (NASA, 2020a).





**Figura 6** - Cratera Jezero, evidenciando local de pouso do Rover Perseverance no ano de 2020.  
**Fonte:** NASA (2020b).

#### 4 A construção do material didático

O material didático da Cratera Jezero (O’Kane, 2019), que aparece na Figura 7 a), levava em consideração a região de pouso da sonda Perseverance, que tem aproximadamente 7,7 km de comprimento por 6,8 km de largura, o que é uma região pequena se comparada com o tamanho da cratera como um todo. O modelo impresso tem 18 cm por 15 cm e permite que o estudante observe com precisão os detalhes que estão sendo colocados, como o cânion e o delta que são característicos dessa região.

Na Figura 7 b), podemos observar a Cratera Gusev (NASA, 2015b) que tem ao redor diversas outras crateras pequenas de impacto, essas formações são datadas de bilhões de anos atrás e o ponto principal que deve ser ressaltado na prática de ensino é a presença de um leito de rio, detectado por meio da depressão que liga a planície à cratera de impacto. Ao redor da cratera maior é possível observar outros pontos que devem ser ressaltados na inspeção por meio do tato, fazendo o estudante observar os impactos ao redor que foram causados pelo fato de haver muitos registros de colisões de meteoros no planeta Marte devido à sua baixa densidade atmosférica.

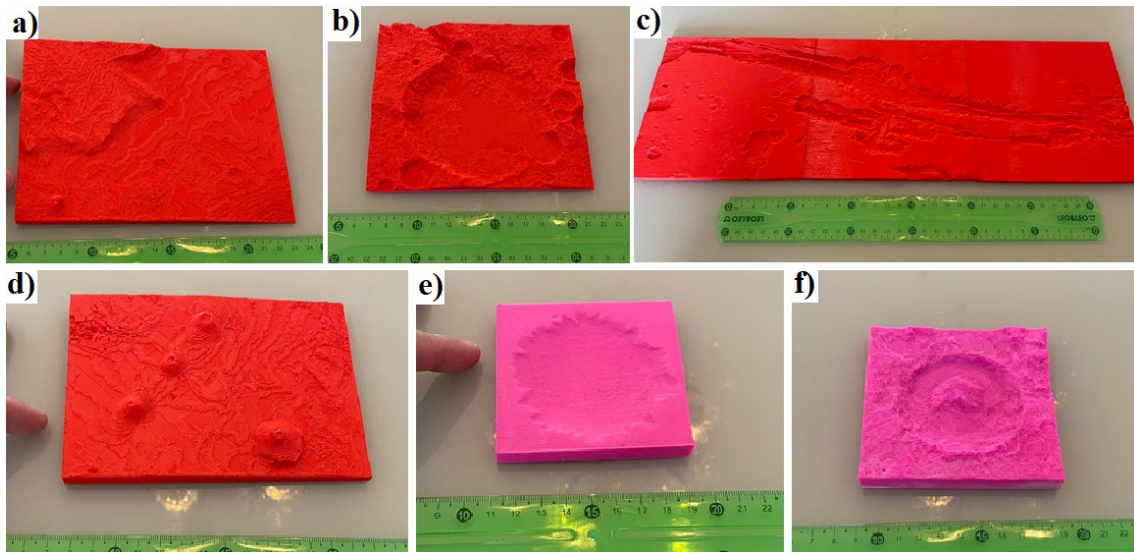
A representação do Valles Marineris (NASA, 2014) foi dividida em três impressões e podemos detectar detalhadamente as informações sobre essa região do corpo celeste que são evidenciadas pela impressão em 3D. o conjunto todo tem aproximadamente 45 cm e é através desse material que podemos detectar os cânions que estão presentes ao longo da superfície de Marte. Na Figura 7 c) observamos o comprimento total da impressão, se comparada com uma régua de 30 cm de extensão.

A região de Tharsis (NASA, 2015c) que pode ser observada na Figura 7 d) possui aproximadamente 20 cm de comprimento por 15 cm de largura e permite que sejam detectadas as disposições dos 4 principais vulcões existentes na região.

Na Figura 7 e) visualizamos a cratera Victória (NASA, 2015d) que foi descrita anteriormente, observa-se também a construção de acordo com o formato original, com

detalhes que são imprescindíveis para o entendimento da morfologia da cratera, permitindo que os estudantes possam formar imagens mentais sobre aquela região do espaço.

A cratera Gale (NASA, 2015a) é de grande importância devido ao seu depósito de minério no centro da formação, ou seja, esse ponto deve ser colocado com precisão para que seja possível a formação de imagens mentais por parte dos estudantes e isso é observado na Figura 7 f) em que vemos o relevo acidentado ao redor e a diferença entre as texturas do relevo que é colocada por meio de detalhes na modelagem antes da impressão acontecer.



**Figura 7** - a) Região de pouso da sonda Perseverance na Cratera Jezero, com aproximadamente 18 cm de comprimento e 15 cm de largura; b) Representação da Cratera Gusev, visitada por missões de exploração de Marte e que foram enviadas pela NASA; c) Valles Marineris, localizado na região do equador de Marte e com aproximadamente 3000 km de extensão; d) Placa referente a região de Tharsis, com aproximadamente 10 cm de largura e 15 de comprimento. podemos observar os 4 maiores vulcões da região com destaque, bem como o relevo acidentado; e) Cratera Victória impressa em impressora 3D; f) Cratera Gale com relevo e formações areológicas próximas.

**Fonte:** os autores.

## 5 Descrevendo a prática didática desenvolvida

A prática foi desenvolvida em dois momentos, com duração de quatro aulas cada, totalizando 200 minutos por encontro, o que era equivalente a uma noite letiva, esses momentos eram semanais.

Os conteúdos trabalhados neste primeiro momento foram as formações geológicas dos planetas rochosos, assim ensinamos, através de aula expositiva, sobre as características principais dos planetas um a um, perpassando suas características físicas e químicas como densidade, massa, composição, distância ao Sol, indo desde a discussão sobre a existência de atmosfera dos planetas, até as crateras mais importantes.

A aula foi desenvolvida por meio de slides e vídeos, contendo informações básicas, fotografias e animações de sondas. As naves e missões de exploração foram

destacadas, dando ênfase para as descobertas de cada uma das mais importantes missões a cada planeta. Até este ponto tínhamos dois objetivos, o primeiro deles era despertar a curiosidade e a necessidade de aprofundamento do conteúdo pelos estudantes, bem como garantir que todos acessassem conhecimentos básicos sobre o assunto e permitir, a partir dali o avanço nos estudos sobre as características planetárias.

Foi dado ênfase ao planeta Marte, pois este seria o ponto chave para o segundo momento que iria ocorrer na semana seguinte. Ao término da aula foi recomendado que os estudantes pesquisassem, para a semana seguinte, pelo menos uma região da superfície marciana que lhes interessasse e trouxessem informações sobre este item para compartilharem com os colegas.

O segundo momento da prática teve o mesmo tempo de desenvolvimento (200 minutos). Iniciamos a aula fazendo uma socialização daquilo que havia sido buscado pelos alunos e pedimos que apresentassem um de seus itens pesquisados. Uma informação recorrente das pesquisas dos estudantes foram os polos de Marte, que possuem gelo de diversos compostos e o Platô vulcânico conhecido como Tharsis. Esse último apareceu na pesquisa de 8 estudantes que se interessaram particularmente pelos quatro maiores Vulcões que são denominados de Montes Olimpo, Pavonis, Ascraeus e Arsia.

Terminado esse momento os estudantes foram convidados a se organizarem em grupos de até quatro pessoas (nesse momento formaram-se dois grupos com três pessoas e um grupo com quatro pessoas), para que socializassem as informações que seriam buscadas durante a prática de ensino. Os materiais didáticos foram distribuídos de maneira igual em número, para cada um dos grupos (Figura 8), assim, cada grupo ficou com dois componentes didáticos.



**Figura 8** - Alunos reunidos em grupos para realização da atividade de medição e de pesquisa.  
**Fonte:** os autores.

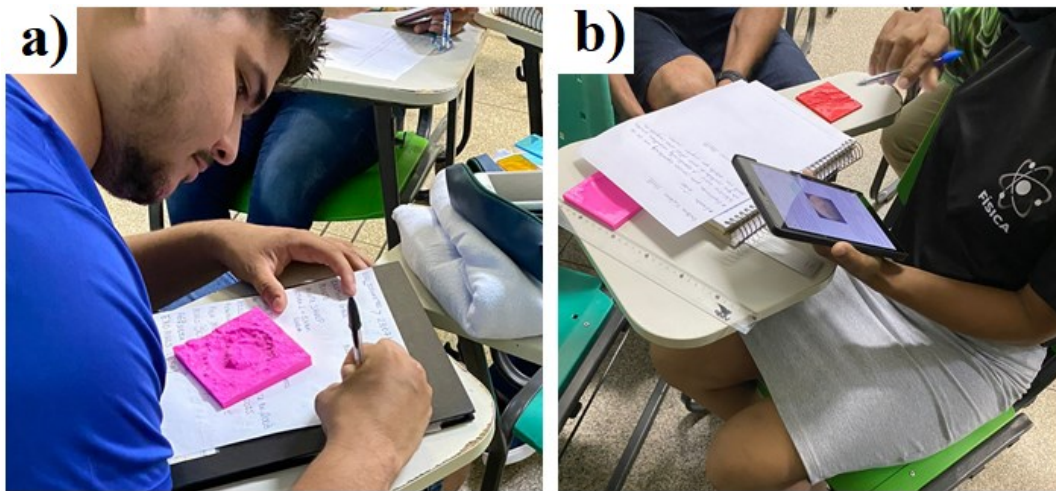
Aos alunos foi dado o nome das crateras principais ou formações areológicas, e foi pedido que fizessem as seguintes ações:

- Pesquisassem na internet sobre os principais pontos de interesse de cada uma das regiões que estavam ali em suas mãos e anotassem;



- Fizessem a medida da escala de impressão dos arquivos em 3D;
- Medissem a distância entre dois pontos de referência que estivessem nos materiais didáticos impressos e comparassem com a realidade;
- Trocassem com os companheiros os materiais didáticos e repetissem as ações;
- Apresentassem oralmente ao professor as anotações e conclusões sobre as medidas realizadas.

A ação de pesquisa é um ponto de grande necessidade para os professores e aprender esta atividade e pô-la em prática é necessário. Os estudantes desenvolveram esse papel sem nenhuma dificuldade (Figura 9), visto que já haviam praticado esse aspecto em suas casas e isso é parte integrante da vida profissional.

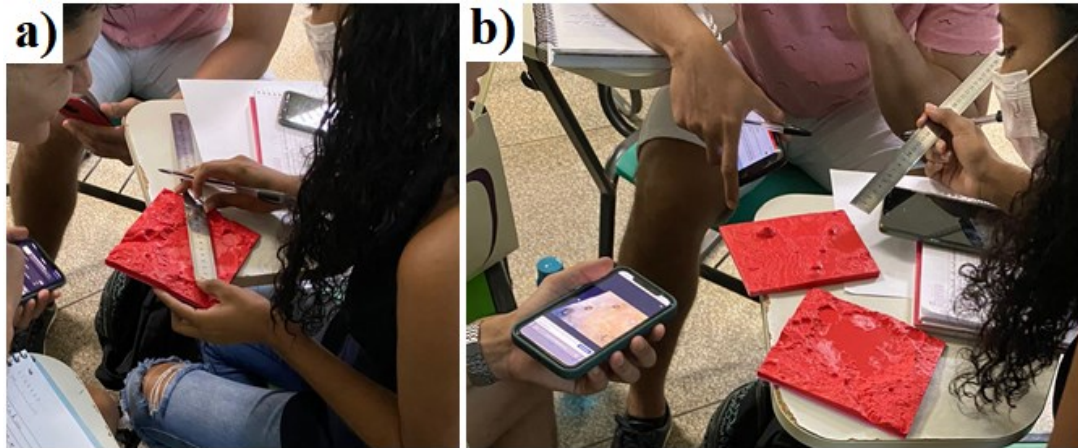


**Figura 9** - a) Estudante participando das atividades de reconhecimento e realizando anotações sobre a Cratera Gale; b) Aluna estudando a formação geológica e cratera de impacto, especificamente a cratera Victória e o Valle Marineres.

**Fonte:** os autores.

Para fazer a medida das escalas os estudantes fizeram o uso de uma régua simples, pois os materiais didáticos, como apresentado na seção anterior, não eram de grandes proporções. Essas medidas eram realizadas utilizando pontos de referência que os alunos já haviam, durante suas pesquisas, determinado suas dimensões, em km, para aí então, no material didático, realizar a comparação com o tamanho real da região no planeta. Como exemplo o Monte Olimpo, que tem mais de 600 km de extensão tinha apenas 3 cm no material didático e assim o aluno pode fazer a escala de que cada centímetro equivale a 100 km, aproximadamente.

As escalas obtidas variavam de acordo com a região que cada aluno trabalhava, ou seja, tínhamos disponíveis seis regiões, portanto os alunos teriam seis escalas diferentes ao longo desta atividade, estes pontos podem ser vistos na Figura 10 a) e b).



**Figura 10** - a) Estudantes realizando a medida do diâmetro da Cratera Gusev para estabelecer a escala de impressão; b) estudantes realizando a escolha do ponto de referência na região de Tharsis.

**Fonte:** os autores.

## 6 Resultados e discussões

A prática docente foi recebida pelos alunos como uma oportunidade de aprofundar os conhecimentos referentes a pesquisa que foi solicitada pelo professor ao longo da semana que antecedeu a atividade, este aprofundamento agiu como fator de motivação para a prática didática. O efeito referente à novidade de uma atividade de ensino que aproximasse o conteúdo de algo real e não apenas de imagens mentais ou dados captados por sondas e satélites permitiu à amplificação do engajamento dos alunos, evidenciando assim a motivação dos discentes ao longo de todos os momentos.

A atividade de ensino foi facilitada pela relação entre as imagens resultantes da pesquisa dos alunos e o objeto didático que representava as crateras, cânions e outras formações areológicas, fazendo com que o professor e os estudantes tivessem uma fluidez maior em tratar o objeto de estudo. Durante todos os momentos foi possível observar uma concatenação de uma relação das imagens pesquisadas com os modelos que foram trazidos pelo professor agregando profundidade ao tema e aos estudos.

A partir das medidas e das escalas que foram estabelecidas algumas informações adicionais foram exploradas pelos alunos, especificamente quando tratávamos de distâncias entre dois objetos no mesmo modelo em 3D. Durante a realização das medições em uma placa um dos alunos se interessou por uma cratera vizinha e realizou a medida de diâmetro dessa região mostrando que o diâmetro daquela cratera real de seu interesse era semelhante ao que havia obtido na sua atividade, evidenciando o êxito da prática e do método que foi utilizado pelos alunos para a obtenção de informações por métodos indiretos.

Algumas crateras utilizadas já haviam sido exploradas por sondas, como a Opportunity e Spirit e etc. e isso foi motivo de abertura para mais pontos de pesquisa pelos alunos que buscavam informações sobre essas regiões e sobre esses objetos. Observa-se assim a extrapolação do objetivo inicial, a conexão com a astronáutica, que,



embora seja o foco da disciplina em que foi dada a prática docente, não era o foco da atividade em si.

Outro ponto de interesse por parte dos estudantes foram os nomes dados às crateras, induzindo à pesquisa sobre essas características, ou seja, ao conhecimento de astrônomos e personalidades da Astronomia. Outro ponto que aguçou a curiosidade dos estudantes foram as grandezas dos dados observados e um exemplo disso foi a cratera Victória que, de acordo com as pesquisas dos alunos, tem 730 m de diâmetro e até 70 metros de profundidade, o que equivalia a quase 10% do diâmetro, sendo considerada rasa pelos alunos que constataram essa característica. Em outro extremo observa-se a cratera Gale que possui em seu centro o chamado Monte Sharp com até 5,5 km de altura. Constatou-se que os estudantes buscavam informações adicionais sobre as regiões de interesse e identificavam cada um dos elementos que mais se destacavam no modelo impresso.

Ao tratar da região de Tharsis os estudantes identificaram todos os vulcões principais e as regiões que eram destaque na sua pesquisa, assim como ao falarem sobre a cratera Jezero, que foi impressa de maneira parcial (toda a região circulada na Figura 6), os alunos buscaram as evidências da existência de um lago, bem como o escoamento da água há bilhões de anos atrás por essa região.

Ao apresentarem ao professor as conclusões que foram obtidas, os estudantes demonstraram domínio de informações e puderam ter ciência daquilo que era importante para o entendimento das regiões que estavam sendo colocadas pelo material didático apresentado. A visualização, através das impressões em 3D, das características básicas das regiões foi essencial para impulsionar os alunos a buscarem conhecimento de outras crateras ou formações areológicas presentes nos arredores das superfícies mencionadas.

## **7 Conclusão e perspectivas futuras**

Com base no que foi mostrado é possível observar que o material didático proposto permite a sua utilização para o ensino de diversos conceitos que foram colocados no âmbito da Física, da Astronomia e da Geologia, pontos essenciais para a educação escolar e que estão presentes no currículo dos estudantes dos cursos de ensino médio e também de diversas graduações do nosso país.

A utilização da metodologia aqui apresentada pode ser aplicada a outros corpos do Sistema Solar, como a Lua e os outros planetas rochosos, mais ainda, podemos explorar outras regiões além das seis apresentadas aqui, tendo em vista a grande quantidade de materiais didáticos nesse formato.

A formação docente, especialmente aqueles da área científica, pode ser complementada com a utilização de metodologias de ensino que levem em consideração a aplicação dos princípios, leis e conteúdos da Astronomia ao contexto da educação básica, já que a transversalidade dessa ciência é quase imediata com aquelas pertencentes às Ciências Exatas e da Terra.

Ao término da atividade os estudantes demonstraram grande interesse sobre a prática que foi desenvolvida, bem como o aprofundamento no tema e nas relações entre as diversas atividades que foram propostas. Estes estudantes puderam extrair

informações adicionais com base na exploração completa do material didático apresentado.

A formação de professores, que tem como base o *continuum* formativo, foi impulsionada por meio desta prática, mostrando que as atividades em Astronomia podem ser utilizadas como fator motivador para os estudos no campo das ciências e para a alfabetização científica.

## Referências

- Coimbra, C. L. (2020) Os modelos de formação de professores da educação Básica: Quem formamos?. *Educação & Realidade*, 45(1), 1-22. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://seer.ufrgs.br/index.php/educacaoerealidade/article/view/91731>
- Costa, S., Euzébio, G. J. & Damásio, F. (2016). A Astronomia na formação inicial de professores de ciências. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (22). 59-80. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/263](http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/263)
- Dutra, C. M. & Goulart, A. R. (2014). Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, 18, 11-25. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/198/265/674](http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/198/265/674)
- Gatti, B. A. (2017). Formação de professores, complexidade e trabalho docente. *Revista Diálogo Educacional*, (17)53, 721-737. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://periodicos.pucpr.br/dialogoeducacional/article/view/8429/17739>
- Gatti, B. A., Barreto, E. S. S., André, M. E. D. A. & Almeida, P. C. A. (2019). *Professores do Brasil: novos cenários de formação*. Brasília: UNESCO.
- Mota, A. T., Bonomini, I. A. M. & Rosado, R. M. M. (2009). Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do ensino médio; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 8, 7-17. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/135](http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/135)
- NASA. (1998a). *Tharsis*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia00408-tharsis](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia00408-tharsis)
- NASA. (1998b). *Valles Marineris and Chryse outflow channels*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia00426-valles-marineris-and-chryse-outflow-channels](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia00426-valles-marineris-and-chryse-outflow-channels)
- NASA. (1998c). *Valles Marineris*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia00422-valles-marineris](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia00422-valles-marineris)
- NASA. (2003). *Gusev Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia04274-gusev-crater](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia04274-gusev-crater)

NASA. (2006a). *Animated Elevation Model of 'Victoria Crater'*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/news/animated-elevation-model-of-victoria-crater](http://www.jpl.nasa.gov/news/animated-elevation-model-of-victoria-crater)

NASA. (2006b). *'Victoria Crater' at Meridiani Planum*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia08813-victoria-crater-at-meridiani-planum](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia08813-victoria-crater-at-meridiani-planum)

NASA. (2011). *Astronomy Picture of the Day: Gale Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://apod.nasa.gov/apod/ap110729.html>

NASA. (2014). *Valles Marineris*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/valles-marineris>

NASA. (2015a). *Curiosity Landing Site (QR)*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/CuriosityQR>

NASA. (2015b). *Spirit Landing Site*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/SpiritLanding>

NASA. (2015c). *Tharsis*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/tharsis>

NASA. (2015d). *Victoria Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://nasa3d.arc.nasa.gov/detail/marstrek-victoriacrater>

NASA. (2016). *Gusev Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.jpl.nasa.gov/images/pia21006-gusev-crater](http://www.jpl.nasa.gov/images/pia21006-gusev-crater)

NASA. (2020a). *Jez like Mars*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://earthobservatory.nasa.gov/images/147041/jez-like-mars>

NASA. (2020b). *Perseverance Rover's Landing Site: Jezero Crater*. Recuperado em 17 abr. 2022, de <https://mars.nasa.gov/mars2020/mission/science/landing-site/>

O'Kane, C. (2019). *Jezero Crater, Mars*. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.thingiverse.com/thing:3839531](http://www.thingiverse.com/thing:3839531)

Oliveira Filho, K. S. & Saraiva, M. F. O. (2017). *Astronomia e Astrofísica*. (4a ed.) São Paulo: Livraria da Física.

Rodrigues, F. M. & Briccia, V. (2019). O ensino de Astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica; *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA*, (28), 95-111. Recuperado em 17 abr. 2022, de [www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/419](http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/419)

Silva, M. V. C. & Crispim, A. B. (2015). *Geologia Geral*. Fortaleza: EdUECE.

---

Artigo recebido em 17/04/2022.

Aceito em 18/04/2022.