



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 28, 2019

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)

Assistente de Editoração

Walison A. Oliveira (UTFPR)

Auxiliares de Editoração

Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa (UFSCar)

Gustavo Ferreira de Amaral (UFSCar)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

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

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
Universidade Federal de São Carlos. -
n. 28, (2019). - São Carlos (SP): UFSCar, 2019.

Semestral.

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

ISSN: 1806-7573

1. Astronomia. 2. Educação – Periódicos. 3. Ensino de Ciências.
I. Universidade Federal de São Carlos. II. RELEA.

CDD: 520

CDU: 52+37(051)(8)

Editorial

A Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) chega ao seu vigésimo oitavo número e quinze anos desde sua primeira edição. Chegamos assim a 122 artigos em 28 edições, ao longo de 15 anos. Uma média de 4,4 artigos por edição e 7,6 artigos por ano.

Outra notícia importante é que a RELEA agora tem, para todos os itens publicados, o *Digital Object Identifier*/Identificador de Objeto Digital (DOI). O DOI é um código alfanumérico muito adotado na Internet devido às necessidades de padronização e preservação das informações, é único e evita duplicação de textos, assegurando o controle sobre as citações e métricas das publicações científicas. Sendo internacionalmente reconhecido, os principais currículos acadêmicos (Lattes, ORCID e outros) requerem a sua inclusão nas publicações científicas. Agradecemos especialmente ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira e a Srta. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa que atuaram junto a vários setores da UFSCar, pelos esforços que levaram à contratação e a implantação do DOI.

A presença Latino-Americana no âmbito internacional da Astronomia atual é múltipla, um bom exemplo disto são as atividades da Comissão C1 da União Astronômica Internacional (IAU). Uma importante iniciativa recente foi a realização da *Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice*, ocorrida no ESO, Garching, em Munique, na Alemanha, de 16 a 18 de setembro de 2019. Estiveram presentes cerca de 114 participantes de 25 países e foram apresentados 44 comunicações orais, 50 painéis e 10 oficinas. Os interessados podem conferir o material do evento em (iau-dc-c1.org/astroedu-conference), comentado na comunicação:

W. Vieser *et al.*, *The Messenger* 178. p.63 , 2019 disponível em:

www.eso.org/sci/publications/messenger/archive/no.178-dec19/messenger-no178.pdf

Outra iniciativa de interesse integrada aos 100 Anos da IAU, foi o *Dia da Astronomia nas Escolas* (www.iau-100.org/astro-day-schools), do 10 a 17 de Novembro de 2019 sendo registrados mais de 500 eventos e atividades num total de 70 países, com registros disponíveis em: www.flickr.com/photos/161571186@N03/albums/72157711979885508/with/49138143266/

Avalia-se a continuidade do *Dia da Astronomia* nos próximos anos para acontecer nas datas dos equinócios de março, no dia 20 de março em 2020.

Além disso, ocorreu o *1st Shaw-IAU Workshop on Astronomy for Education* ocorrido em Paris de 17 a 19 de dezembro de 2019, na sede da IAU, no Instituto de Astrofísica de Paris (IAP) quando foi anunciada e apresentada a instituição sede do *Office of Astronomy for Education (OAE)*, sediada na *Haus der Astronomie (HdA)*, em Heidelberg, na Alemanha. Mais informações em: www.iau.org/news/announcements/detail/ann19071/ e www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1911/.

Aproveitamos também para divulgarmos o *VI Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (VI SNEA)*, que está previsto para ocorrer de 30 de junho a 03 de julho de 2020, na Universidade Estadual Paulista (UNESP), na cidade de Bauru, SP (www.visnea.com.br/institucional/home).

Neste número contamos com seis artigos:

Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no ensino médio, de Daniel Iria Machado. O autor apresenta uma proposta didática para o ensino de Astronomia por meio da observação de estrelas variáveis, em particular de cefeidas clássicas. Discute-se a relação entre o período de oscilação e a luminosidade de uma estrela, mostrando como esta propriedade permite a determinação de sua distância. Descreve-se uma sequência didática em três momentos pedagógicos, com uma problematização inicial, a organização e a sistematização do conhecimento. Exemplifica-se a proposta com o caso de ℓ Carinae, cefeida clássica e visível a olho nu buscando-se enfatizar a contribuição de atividades observacionais para a construção de conceitos da Astronomia.

Qual é o tamanho do Universo? Uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre os métodos de Eratóstenes e Aristarco para medir os tamanhos da Terra e da Lua, de Carlos Augusto Ferreira e Sérgio Mascarello Bisch. O trabalho apresenta uma proposta de sequência de ensino investigativo para a Educação Básica sobre a determinação dos tamanhos da Terra e da Lua, seguindo os passos de Eratóstenes e Aristarco de Samos, buscando explorar os aspectos históricos e interdisciplinares para o desenvolvimento do tema. São indicadas questões a serem apresentadas aos estudantes e sugeridas atividades para o levantamento de hipóteses e resolução, destacando a observação de fenômenos como as sombras dos objetos e os eclipses lunares, associada à aplicação de princípios geométricos e físicos e uma atitude investigativa para a obtenção das dimensões da Terra e da Lua. A proposta representa um primeiro passo para um projeto de ensino mais amplo sobre o tema das dimensões do Universo.

Visualização e uma avaliação das concepções prévias de alunos do ensino superior sobre as estações do ano, de Adriano Luiz Fagundes, Tatiana da Silva e Marta Feijó Barroso. Neste trabalho são investigadas as concepções prévias sobre as estações do ano apresentadas por 961 alunos de uma disciplina de introdução à Física do ensino superior. São analisadas 3 questões de um pré-teste aplicado em 8 semestres entre 2013 e 2016. A partir de uma perspectiva teórica que pretende entender o papel da visualização no Ensino de Ciências, busca-se analisar a maneira como os alunos associam (ou não) o modelo orbital adotado e as suas respectivas explicações para as estações do ano. Os resultados indicam que a maioria dos estudantes tem uma visão equivocada sobre a forma do movimento orbital da Terra.

As diferentes concepções sobre as fases da Lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública, de Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs e Valdir Rosa. Este artigo tem, como objetivo, investigar as concepções sobre as fases da Lua junto a um grupo de 39 alunos dos 8^{vos} anos de uma escola pública do estado do Paraná. Com uma abordagem qualitativa, os resultados apontam que a maioria dos alunos não compreende os movimentos de translação e rotação da Terra e da Lua, sendo que apenas 10,3% conseguiram identificar e nomear as fases da Lua e apresentam concepções de que a Lua sempre está oposta ao Sol e que suas fases são causadas pela projeção da sombra terrestre.

O ensino de astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica, de Fábio Matos Rodrigues e Viviane Briccia. Nesse artigo é apresentada uma discussão teórica sobre as possíveis relações entre o ensino de temas Astronômicos e os eixos estruturantes da Alfabetização Científica. Discute-se como utilizar as características da Astronomia, aliadas ao ensino por investigação, visando tornar os alunos mais participativos

no espaço educacional com uma leitura crítica do mundo tornando-os mais autônomos e próximos do conhecimento científico no processo de Alfabetização Científica.

Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações, de Mayara Hilgert Pacheco e Marli Schmitt Zanella. O objetivo deste trabalho foi identificar o que revelam as pesquisas produzidas entre 2008 e 2018 sobre ensino de astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir de uma revisão bibliográfica em teses e dissertações. Foram identificadas e analisadas vinte e três pesquisas mostrando que o ensino de Astronomia é uma área pouco explorada. Também revelam que há necessidade inserção de tais conteúdos e metodologias na formação inicial e continuada dos professores e que as pesquisas acadêmicas cheguem aos professores para que possam participar de discussões acadêmicas sobre o tema.

Neste número também publicamos uma resenha de livro:

O céu, de Rodolpho Caniato. A resenha, escrita por Paula Cristina da Silva Gonçalves, apresenta o livro com sua introdução e cinco capítulos. A obra exhibe orientações para o trabalho docente e muitas atividades e recursos que podem ser trabalhados com os estudantes de forma ativa.

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

Agradecemos aos Srs. Walison Aparecido de Oliveira e Gustavo Ferreira de Amaral e às Srtas. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa e Claudineia Bewzenko pela editoração dos artigos, aos editores associados, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

Editorial

The Latin-American Journal of Education in Astronomy (RELEA) reaches its twenty-eighth issue, fifteen years since its first edition. We published 122 articles in 28 editions, over 15 years. An average of 4.4 articles per issue and 7.6 articles per year.

Another important news is that RELEA now has, for all published items, the *Digital Object Identifier* (DOI) code. DOI is an alphanumeric code widely adopted on the Internet due to the need for standardization and preservation of information, it is unique and avoids duplication of texts, ensuring control over citations and metrics of scientific publications. Being internationally recognized, the main academic curricula (Lattes, ORCID and others) require their inclusion in scientific publications. We are especially grateful to Mr. Walison Aparecido de Oliveira and Ms. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa who worked with various sectors of UFSCar for the efforts that led to the hiring and implementation of the DOI.

The Latin-American presence in the international scene of modern Astronomy is multiple, a good example of this are the activities of the C1 Commission of the International Astronomical Union (IAU). An important recent initiative was the realization of the *Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice*, which took place at ESO, Garching, in Munich, Germany, from 16 to 18 September 2019. About 114 participants from 25 countries were present and were presented 44 oral communications, 50 panels and 10 workshops. Those interested can check the event material at iau-dc-c1.org/astroedu-conference, commented in the communication

W. Vieser et al., *The Messenger* 178. p.63, 2019 available at:

www.eso.org/sci/publications/messenger/archive/no.178-dec19/messenger-no178.pdf

Another initiative of interest integrated to the IAU's 100 Years was the *Astronomy Day in Schools* (www.iau-100.org/astro-day-schools), from 10 to 17 November 2019, with more than 500 events and activities registered in a total of 70 countries, with records available at:

www.flickr.com/photos/161571186@N03/albums/72157711979885508/with/49138143266/

The continuity of *Astronomy Day* in forthcoming coming years is being considered for the dates of the March equinoxes, next on March 20, 2020.

In addition, the *1st Shaw-IAU Workshop on Astronomy for Education* took place in Paris from 17 to 19 December 2019, at IAU headquarters, at the Paris Astrophysics Institute (IAP) when the host institution of the *Office of Astronomy for Education (OAE)*, was announced and presented. It will be based at *Haus der Astronomie (HdA)*, in Heidelberg, Germany. More information at: www.iau.org/news/announcements/detail/ann19071/ www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1911/.

We also take the opportunity to publicize the *VI National Symposium on Education in Astronomy (VI SNEA)*, which is scheduled to take place from June 30 to July 3, 2020, at the *Universidade Estadual Paulista (UNESP)*, in the city of Bauru, SP

www.visnea.com.br/institucional/home.

In this issue we have six articles:

Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no ensino médio (Variable stars in the educational context: a proposal involving the observation of classical cepheids in the high school), by Daniel Iria Machado. The author presents a didactical proposal for the teaching of Astronomy through the observation of variable stars, in particular of classical Cepheids. The relationship between the oscillation period and the luminosity of such a star is discussed, showing how this property allows the determination of its distance. A didactic sequence is described in three pedagogical moments, with an initial problematization, organization and systematization of knowledge. The proposal is exemplified with the case of ℓ Carinae, a classical cefeida and visible to the naked eye, seeking to emphasize the contribution of observational activities to the construction of Astronomy concepts.

Qual é o tamanho do Universo? Uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre os métodos de Eratóstenes e Aristarco para medir os tamanhos da Terra e da Lua (Which is the size of the Universe? A proposal of inquiry teaching sequence on the methods of Eratosthenes and Aristarchus to measure the Earth and Moon sizes), by Carlos Augusto Ferreira and Sérgio Mascarello Bisch. The work presents a proposal for a sequence of investigative teaching for Basic Education on determining the sizes of the Earth and the Moon, following the steps of Eratosthenes and Aristarchus of Samos, seeking to explore the historical and interdisciplinary aspects for the development of the theme. Questions are indicated to be presented to students and suggested activities for raising hypotheses and solving them, highlighting the observation of phenomena such as the shadows of objects and lunar eclipses, associated with the application of geometric and physical principles and an investigative attitude to obtain dimensions of the Earth and the Moon. The proposal represents a first step towards a broader teaching project on the theme of the dimensions of the Universe.

Visualização e uma avaliação das concepções prévias de alunos do ensino superior sobre as estações do ano (Visualization and an evaluation of undergraduate students' preconceptions about seasons), by Adriano Luiz Fagundes, Tatiana da Silva and Marta Feijó Barroso. In this work, the previous conceptions about the seasons presented by 961 students of an introductory subject to Physics in higher education are investigated. Three questions from a pre-test applied in 8 semesters between 2013 and 2016 are analyzed. From a theoretical perspective that intends to understand the role of visualization in Science Education, seek to analyze the way students associate (or otherwise) the orbital model adopted and its respective explanations for the seasons. The results indicate that most students have a mistaken view of the shape of the Earth's orbital motion

As diferentes concepções sobre as fases da Lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública (The different conceptions about the phases of the Moon of students of eighth graders of a public school), by Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs and Valdir Rosa. This article aims to investigate the conceptions about the phases of the Moon with a group of 39 students from the 8th grade of a public school in the state of Paraná. With a qualitative approach, the results show that most students do not understand the translation and rotation movements of the Earth and the Moon, with only 10.3% being able to identify and name the phases of the Moon and present concepts such as that the Moon is always opposed the Sun and that its phases are caused by the projection of the Earth's shadow.

O ensino de astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica (Teaching of astronomy and its possible relations with the process of scientific literacy), by Fábio Matos Rodrigues and Viviane Briccia. This article presents a theoretical discussion about the possible relationships between the teaching of Astronomical themes and the structuring axes of Scientific Literacy. It discusses how to use the characteristics of Astronomy, combined with teaching by research, aiming to make students more participative in the educational space with a critical reading of the world, making them more autonomous and closer to scientific knowledge in the process of Scientific Literacy.

Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações (Panorama on research in astronomy teaching in the initial years: a view of theses and monographies), by Mayara Hilgert Pacheco and Marli Schmitt Zanella. The goal of this work was to identify what the research produced between 2008 and 2018 on teaching astronomy in the early years of elementary education reveals from a bibliographic review of theses and dissertations. Twenty-three researches were identified and analyzed showing that the teaching of Astronomy is a little explored area. They also reveal that there is a need to insert such contents and methodologies in the initial and continuing training of teachers, and that academic research should reach teachers so that they can participate in academic discussions on the topic.

In this issue we also publish a book review:

O céu (The sky), by Rodolpho Caniato. The review, written by Paula Cristina da Silva Gonçalves, presents the book with its introduction and five chapters. The work displays guidelines for teaching work and many activities and resources that can be actively worked with students.

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

We are grateful to Mr. Walison Aparecido de Oliveira, Mr. Gustavo Ferreira de Amaral and to Miss. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa and Claudineia Bewzenko for their work towards the publication of this issue, associated editors, authors, referees and all those who, directly or indirectly, assisted us in the continuity of this initiative and, in particular, in the preparation of this edition.

Editors

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

Editorial

La Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA) alcanza su vigésimo octavo número, quince años después de su primera edición. Llegamos a 122 artículos en 28 ediciones en estos 15 años. Un promedio de 4.4 artículos por número y 7.6 artículos por año.

Otra noticia importante es que RELEA ahora tiene, para todos los artículos publicados, el *Digital Object Identifier*/Identificador de objeto digital (DOI). DOI es un código alfanumérico ampliamente adoptado en Internet debido a la necesidad de estandarización y preservación de la información, es único y evita la duplicación de textos, asegurando el control sobre citas y métricas de publicaciones científicas. Siendo reconocido internacionalmente, los principales currículos académicos (Lattes, ORCID y otros) requieren su inclusión en publicaciones científicas. Estamos especialmente agradecidos al Sr. Walison Aparecido de Oliveira y a la Srta. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa, quienes trabajaron con varios sectores de UFSCar, por los esfuerzos que llevaron a la contratación e implementación del DOI.

La presencia Latinoamericana a nivel internacional en la Astronomía actual es múltiple, un buen ejemplo de esto son las actividades de la Comisión C1 de la Unión Astronómica Internacional (IAU). Una importante iniciativa reciente fue la celebración de la *Astronomy Education Conference: Bridging Research & Practice*, que tuvo lugar en ESO, Garching, en Munich, Alemania, del 16 al 18 de septiembre de 2019. Cerca de 114 participantes de 25 países estuvieron presentes y se presentaron 44 comunicaciones orales, 50 paneles y 10 talleres. Los interesados pueden consultar el material del evento en (iau-dc-c1.org/astroedu-conference), comentado en la comunicación:

W. Vieser *et al.*, *The Messenger* 178. p.63, 2019 disponible en:

www.eso.org/sci/publications/messenger/archive/no.178-dec19/messenger-no178.pdf

Otra iniciativa de interés integrada a los 100 años de la IAU fue el *Día de la Astronomía en las Escuelas* (www.iau-100.org/astro-day-schools), del 10 al 17 de noviembre de 2019, con más de 500 eventos y actividades registradas en un total de 70 países, con registros disponibles en:

www.flickr.com/photos/161571186@N03/albums/72157711979885508/with/49138143266/

Se evalúa la continuidad del *Día de Astronomía* en los próximos años para ser realizada en las fechas de los equinoccios de marzo, el día 20 de marzo en 2020.

Además, el *1st Shaw-IAU Workshop on Astronomy for Education* tuvo lugar en París del 17 al 19 de diciembre de 2019, en la sede de la IAU del Instituto de Astrofísica de París (IAP), cuando se anunció y presentó la institución sede de la *Office of Astronomy for Education (OAE)*, en la *Haus der Astronomie (HdA)*, en Heidelberg, Alemania. Más información en: www.iau.org/news/announcements/detail/ann19071/

www.iau.org/news/pressreleases/detail/iau1911/.

También aprovechamos la oportunidad para publicitar el *VI Simposio Nacional sobre Educación en Astronomía (VI SNEA)* que está programado para realizarse del 30 de junio al 3 de julio de 2020, en la *Universidade Estadual Paulista (UNESP)*, en la ciudad de Bauru, SP (www.visnea.com.br/institucional/home).

En este número tenemos seis artículos:

Estrelas variáveis no contexto educacional: uma proposta envolvendo a observação de cefeidas clássicas no ensino médio (Estrellas variables en el contexto educacional: una propuesta incluyendo la observación de cefeidas clásicas en la enseñanza media), por Daniel Iria Machado. El autor presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la astronomía a través de la observación de estrellas variables, en particular de las cefeidas clásicas. Se discute la relación entre el período de oscilación y la luminosidad de una estrella, mostrando cómo esta propiedad permite la determinación de su distancia. Se describe una secuencia didáctica en tres momentos pedagógicos, con una problematización inicial, organización y sistematización del conocimiento. La propuesta se ejemplifica con el caso de ℓ Carinae, una cefeida clásica y visible a simple vista, que busca enfatizar la contribución de las actividades de observación a la construcción de conceptos de astronomía.

Qual é o tamanho do Universo? Uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre os métodos de Eratóstenes e Aristarco para medir os tamanhos da Terra e da Lua (¿Cual es el tamaño del Universo? Una propuesta para una secuencia de enseñanza de investigación sobre los métodos de Eratóstenes y Aristarco para medir los tamaños de la Tierra y la Luna), por Carlos Augusto Ferreira y Sérgio Mascarello Bisch. El trabajo presenta una propuesta para una secuencia de enseñanza de investigación para Educación Básica sobre la determinación de los tamaños de la Tierra y la Luna, siguiendo los pasos de Eratóstenes y Aristarco de Samos, buscando explorar los aspectos históricos e interdisciplinarios para el desarrollo del tema. Se indican preguntas para ser presentadas a los estudiantes y se sugieren actividades para plantear hipótesis y resolverlas, destacando la observación de fenómenos como las sombras de objetos y eclipses lunares, asociados con la aplicación de principios geométricos y físicos y una actitud investigadora para obtener las dimensiones de la Tierra y la Luna. La propuesta representa un primer paso hacia un proyecto de enseñanza más amplio sobre el tema de las dimensiones del Universo.

Visualização e uma avaliação das concepções prévias de alunos do ensino superior sobre as estações do ano (Visualización y evaluación de las concepciones previas de alumnos de la enseñanza superior sobre las estaciones del año), por Adriano Luiz Fagundes, Tatiana da Silva y Marta Feijó Barroso. En este trabajo, se investigan las concepciones previas sobre las estaciones presentadas por 961 estudiantes de un tema introductorio a la Física en la educación superior. Se analizan tres preguntas de una prueba inicial aplicada en 8 semestres entre 2013 y 2016. Desde una perspectiva teórica que pretende comprender el papel de la visualización en la educación científica, busca analizar la forma en que los estudiantes asocian (o no) el modelo orbital adoptado y sus respectivas explicaciones para las estaciones. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes tienen una visión errónea de la forma del movimiento orbital de la Tierra.

As diferentes concepções sobre as fases da Lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública (Las diferentes concepciones sobre las fases lunares de los estudiantes de octavo grado de una escuela pública), por Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs y Valdir Rosa. Este artículo tiene como objetivo investigar las concepciones sobre las fases de la Luna con un grupo de 39 estudiantes del octavo grado de una escuela pública en el estado de Paraná. Con un enfoque cualitativo, los resultados muestran que la mayoría de los estudiantes no entienden los movimientos de traslación y rotación de la Tierra y la Luna, y solo el 10.3% puede identificar y nombrar las fases de la

Luna, y presentan conceptos como que la Luna siempre está enfrente del Sol y que sus fases son causadas por la proyección de la sombra de la Tierra.

O ensino de astronomia e as possíveis relações com o processo de alfabetização científica (La enseñanza de la astronomía y sus posibles relaciones con el proceso de alfabetización científica), por Fábio Matos Rodrigues y Viviane Briccia. Este artículo presenta una discusión teórica sobre las posibles relaciones entre la enseñanza de temas astronómicos y los ejes estructurantes de la Alfabetización Científica. Se discute cómo utilizar las características de la Astronomía, combinadas con la enseñanza por investigación, con el objetivo de hacer que los estudiantes sean más participativos en el espacio educativo con una lectura crítica del mundo, haciéndolos más autónomos y más cercanos al conocimiento científico en el proceso de Alfabetización Científica.

Panorama de pesquisas em ensino de astronomia nos anos iniciais: um olhar para teses e dissertações (Panorama de la investigación en enseñanza de astronomía en los años iniciales: una mirada a las tesis y disertaciones), por Mayara Hilgert Pacheco y Marli Schmitt Zanella. El objetivo de este trabajo fue el de identificar qué revela la investigación producida entre 2008 y 2018 sobre la enseñanza de la Astronomía en los primeros años de la educación primaria a partir de una revisión bibliográfica de tesis y disertaciones. Se identificaron y analizaron 23 investigaciones que muestran que la enseñanza de la Astronomía es un área poco explorada. También revela que existe la necesidad de insertar dicho contenido y metodologías en la formación inicial y continua de los docentes y que la investigación académica llegue a los docentes para que puedan participar en debates académicos sobre el tema.

En este número también publicamos una reseña de libro:

O céu (El cielo), de Rodolpho Caniato. La reseña, escrita por Paula Cristina da Silva Gonçalves, presenta el libro con su introducción y cinco capítulos. El trabajo muestra pautas para el trabajo de enseñanza y muchas actividades y recursos que se pueden trabajar activamente con los estudiantes.

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

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y Gustavo Ferreira de Amaral, y a las Srtas. Ana Beatriz Almagro Rodrigues Rosa y Claudineia Bewzenko 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. ESTRELAS VARIÁVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A OBSERVAÇÃO DE CEFÉIDAS CLÁSSICAS NO ENSINO MÉDIO**
Daniel Iria Machado _____ 7
- 2. QUAL É O TAMANHO DO UNIVERSO? UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE OS MÉTODOS DE ERATÓSTENES E ARISTARCO PARA MEDIR OS TAMANHOS DA TERRA E DA LUA**
Carlos Augusto Ferreira / Sérgio Mascarello Bisch _____ 27
- 3. VISUALIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO**
Adriano Luiz Fagundes / Tatiana da Silva / Marta Feijó Barroso _____ 47
- 4. AS DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE AS FASES DA LUA DE ALUNOS DOS OITAVOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA**
Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmbs / Valdir Rosa _____ 67
- 5. O ENSINO DE ASTRONOMIA E AS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**
Fábio Matos Rodrigues / Viviane Briccia _____ 95
- 6. PANORAMA DE PESQUISAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS: UM OLHAR PARA TESES E DISSERTAÇÕES**
Mayara Hilgert Pacheco e Marli Schmitt Zanella _____ 113
- 7. RESENHA: O CÉU**
Paula Cristina da Silva Gonçalves _____ 133

CONTENTS

1. **ESTRELAS VARIÁVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A OBSERVAÇÃO DE CEFEIDAS CLÁSSICAS NO ENSINO MÉDIO**
VARIABLE STARS IN THE EDUCATIONAL CONTEXT: A PROPOSAL INVOLVING THE OBSERVATION OF CLASSICAL CEPHEIDS IN THE HIGH SCHOOL
Daniel Iria Machado _____ 7

2. **QUAL É O TAMANHO DO UNIVERSO? UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE OS MÉTODOS DE ERATÓSTENES E ARISTARCO PARA MEDIR OS TAMANHOS DA TERRA E DA LUA**
WHICH IS THE SIZE OF THE UNIVERSE? A PROPOSAL OF INQUIRY TEACHING SEQUENCE ON THE METHODS OF ERATOSTHENES AND ARISTARCHUS TO MEASURE THE EARTH AND MOON SIZES
Carlos Augusto Ferreira / Sérgio Mascarello Bisch _____ 27

3. **VISUALIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO**
VISUALIZATION AND AN EVALUATION OF UNDERGRADUATE STUDENTS' PRECONCEPTIONS ABOUT SEASONS
Adriano Luiz Fagundes / Tatiana da Silva / Marta Feijó Barroso _____ 47

4. **AS DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE AS FASES DA LUA DE ALUNOS DOS OITAVOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA**
THE DIFFERENT CONCEPTIONS ABOUT THE PHASES OF THE MOON OF STUDENTS OF EIGHTH GRADERS OF A PUBLIC SCHOOL
Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmebs / Valdir Rosa _____ 67

5. **O ENSINO DE ASTRONOMIA E AS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA**
TEACHING OF ASTRONOMY AND ITS POSSIBLE RELATIONS WITH THE PROCESS OF SCIENTIFIC LITERACY
Fábio Matos Rodrigues / Viviane Briccia _____ 95

6. PANORAMA DE PESQUISAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS: UM OLHAR PARA TESES E DISSERTAÇÕES

PANORAMA ON RESEARCH IN ASTRONOMY TEACHING IN THE INITIAL YEARS: A VIEW OF THESES AND MONOGRAPHS

Mayara Hilgert Pacheco e Marli Schmitt Zanella _____ 113

7. RESENHA: O CÉU

REVIEW: THE SKY

Paula Cristina da Silva Gonçalves _____ 133

SUMARIO

1. ESTRELAS VARIÁVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A OBSERVAÇÃO DE CEFEIDAS CLÁSSICAS NO ENSINO MÉDIO
ESTRELLAS VARIABLES EN EL CONTEXTO EDUCACIONAL: UNA PROPUESTA INCLUYENDO LA OBSERVACIÓN DE CEFEIDAS CLÁSICAS EN LA ENSEÑANZA MEDIA
Daniel Iria Machado _____ 7

2. QUAL É O TAMANHO DO UNIVERSO? UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE OS MÉTODOS DE ERATÓSTENES E ARISTARCO PARA MEDIR OS TAMANHOS DA TERRA E DA LUA
¿CUAL ES EL TAMAÑO DEL UNIVERSO? UNA PROPUESTA PARA UNA SECUENCIA DE ENSEÑANZA DE INVESTIGACIÓN SOBRE LOS MÉTODOS DE ERATÓSTENES Y ARISTARCO PARA MEDIR LOS TAMAÑOS DE LA TIERRA Y LA LUNA
Carlos Augusto Ferreira / Sérgio Mascarello Bisch _____ 27

3. VISUALIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO
VISUALIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS CONCEPCIONES PREVIAS DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO
Adriano Luiz Fagundes / Tatiana da Silva / Marta Feijó Barroso _____ 47

4. AS DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE AS FASES DA LUA DE ALUNOS DOS OITAVOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA
LAS DIFERENTES CONCEPCIONES SOBRE LAS FASES LUNARES DE LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO GRADO DE UNA ESCUELA PÚBLICA
Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmebs / Valdir Rosa _____ 67

5. O ENSINO DE ASTRONOMIA E AS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA
LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA Y SUS POSIBLES RELACIONES CON EL PROCESO DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA
Fábio Matos Rodrigues / Viviane Briccia _____ 95

6. PANORAMA DE PESQUISAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS: UM OLHAR PARA TESES E DISSERTAÇÕES

PANORAMA DE LA INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA EN LOS AÑOS INICIALES: UNA MIRADA A LAS TESIS Y DISERTACIONES

Mayara Hilgert Pacheco e Marli Schmitt Zanella _____ 113

7. RESENHA: O CÉU

RESEÑA: EL CIELO

Paula Cristina da Silva Gonçalves _____ 133

ESTRELAS VARIÁVEIS NO CONTEXTO EDUCACIONAL: UMA PROPOSTA ENVOLVENDO A OBSERVAÇÃO DE CEFEIDAS CLÁSSICAS NO ENSINO MÉDIO

*Daniel Iria Machado*¹

Resumo: Apresenta-se uma proposta didática para o ensino de Astronomia por meio da observação de estrelas variáveis, cujo brilho se altera com o passar do tempo. Aborda-se, em particular, o monitoramento de cefeidas clássicas, as quais exibem modificações regulares na intensidade da luz emitida em razão de efetuarem pulsações periódicas, com seu raio aumentando e diminuindo de maneira cíclica. Discute-se a relação existente entre o período de oscilação e a luminosidade de uma cefeida clássica, mostrando como esta propriedade faculta a determinação do quão afastada a estrela se encontra. Salienta-se a importância histórica e atual da observação de cefeidas clássicas para se estimar distâncias no Universo, com implicações para a formulação de modelos cosmológicos. Descreve-se uma sequência didática relacionada ao tema, estruturada em três momentos pedagógicos, englobando uma problematização inicial, a organização do conhecimento e a sistematização do conhecimento. Exemplifica-se esta proposta considerando-se o caso de ℓ Carinae, cefeida clássica suficientemente brilhante para ser investigada a olho nu. Busca-se evidenciar a possível contribuição de atividades observacionais para proporcionar contato com conceitos e técnicas da Astronomia e melhor compreensão de como a Ciência se desenvolve.

Palavras-chave: Estrelas variáveis; Cefeidas clássicas; Educação em Astronomia.

ESTRELLAS VARIABLES EN EL CONTEXTO EDUCACIONAL: UNA PROPUESTA INCLUYENDO LA OBSERVACIÓN DE CEFEIDAS CLÁSICAS EN LA ENSEÑANZA MEDIA

Resumen: Se presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de Astronomía por medio de la observación de estrellas variables, cuyo brillo se altera con el tiempo. Tratamos aquí, en particular, el monitoreo de cefeidas clásicas, las cuales exhiben modificaciones regulares en la intensidad de la luz emitida en razón de efectuar pulsaciones periódicas, con su radio aumentando y disminuyendo de manera cíclica. Se discute la relación existente entre el período de oscilación y la luminosidad de una cefeida clásica, mostrando cómo esta propiedad faculta la determinación de cuán lejos se encuentra la estrella. Se destaca la importancia histórica y actual de la observación de cefeidas clásicas para estimar distancias en el Universo, con implicaciones para la formulación de modelos cosmológicos. Describimos una secuencia didáctica relacionada al tema, estructurada en tres momentos pedagógicos, englobando una problematización inicial, la organización del conocimiento y la sistematización del conocimiento. Se ejemplifica la propuesta teniendo en cuenta el caso de ℓ Carinae, cefeida clásica suficientemente brillante para ser investigada a simple vista. Se busca mostrar la posible contribución de actividades observacionales para proporcionar contacto con conceptos y técnicas de la Astronomía y una mejor comprensión de cómo la Ciencia se desarrolla.

Palabras clave: Estrellas variables; Cefeidas clásicas; Educación en Astronomía.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Foz do Iguaçu, Brasil.
E-mail: imachadodaniel23@gmail.com.

VARIABLE STARS IN THE EDUCATIONAL CONTEXT: A PROPOSAL INVOLVING THE OBSERVATION OF CLASSICAL CEPHEIDS IN THE HIGH SCHOOL

Abstract: A pedagogical proposal is presented for teaching astronomy through the observation of variable stars, whose brightness change with the passage of time. In particular, this work addresses the monitoring of classical Cepheids, which exhibit regular changes in the intensity of the emitted light due to periodic pulsations, with their radius increasing and decreasing in a cyclic way. The relationship between the period of oscillation and the luminosity of a classical Cepheid is discussed, showing how this property allows for determining how distant the star is. The historical and current importance of the observation of classical Cepheids to estimate distances in the Universe is emphasized, with implications for the formulation of cosmological models. An educational sequence related to the theme is described, structured in three pedagogical moments, encompassing an initial problematization, the organization of knowledge and the systematization of knowledge. This proposal is exemplified considering the case of *l Carinae*, a classical Cepheid bright enough to be investigated with the naked eye. This paper also seeks to reveal the possible contribution of observational activities to provide contact with concepts and techniques of astronomy and a better understanding of how science develops.

Keywords: Variable stars; Classical Cepheids; Astronomy Education.

1 Introdução

Um objetivo importante da educação científica, além de facultar a assimilação de conteúdos específicos, é favorecer um melhor entendimento sobre as características básicas da Ciência, incluindo a maneira como é produzida e validada.

Tanto a observação dos fenômenos, quanto a experimentação, constituem aspectos marcantes das Ciências da Natureza, por serem procedimentos essenciais no processo de elaboração e testes de teorias.

Deste modo, a execução de práticas educacionais que demandam observações, coleta de dados e análise de informações poderia trazer contribuições não apenas para a aprendizagem das ideias científicas, mas ainda para a compreensão da natureza da Ciência. Tais ações permitem a exploração direta dos fenômenos, o contato com técnicas de investigação e o emprego de conceitos de uma teoria, possibilitando confrontá-la com a realidade em estudo.

A Astronomia, em particular, oferece diversas oportunidades para a realização de atividades pedagógicas de cunho observacional, seja com a utilização de instrumentos ópticos ou tão somente a olho nu, aproveitando um recurso naturalmente disponível e acessível: o céu.

No presente trabalho, discute-se uma proposta didática envolvendo a observação de estrelas variáveis, em particular as cefeidas clássicas, introduzindo-se conceitos e técnicas da Astronomia relevantes historicamente e também na atualidade.

2 Estrelas variáveis

Estrelas variáveis são aquelas cujo brilho se modifica ao longo do tempo. Constituem exemplos de variáveis as estrelas atualmente classificadas como novas ou supernovas, caracterizadas pelo intenso aumento de brilho em poucos dias, seguido de

um enfraquecimento gradual que pode durar de dias a meses. Tais objetos celestes vêm sendo registrados desde a Antiguidade. Um caso célebre foi o da supernova vista no ano 1054 por alguns astrônomos do Leste da Ásia, em uma região do céu onde hoje se encontra a denominada Nebulosa do Caranguejo, que contém os restos da estrela cuja formidável explosão produziu o evento luminoso observado (PERCY, 2007).

A detecção de novas estrelas no firmamento contribuiu para o debate sobre os modelos cosmológicos durante a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII. De acordo com a visão de mundo tradicional vigente no Ocidente neste período, associada à teoria geocêntrica de Ptolomeu (100–170 d.C.) e às concepções filosóficas de Aristóteles (384–322 a.C.), o céu seria perfeito e imutável, com os astros realizando movimentos circulares. Entretanto, a investigação de uma supernova no ano 1572, na constelação de Cassiopeia, mostrou que mudanças poderiam ocorrer nos céus, e contribuiu para lançar dúvidas sobre o modelo de mundo dominante. Outra supernova muito brilhante foi observada não muito tempo depois, em 1604, na constelação de Ofiúco. O aparecimento de ambas as supernovas foi incorporado, em conjunto com outras evidências, na argumentação contra a cosmologia tradicional e em defesa da teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico (1573–1543)² (KRAGH, 2015; NORTH, 2008).

Enquanto algumas estrelas variáveis, a exemplo das supernovas, passam por uma elevação de brilho relativamente rápida, devido a uma erupção violenta, seguida de um declínio mais lento, outras estrelas exibem alterações cíclicas da intensidade luminosa, produzidas por diferentes mecanismos, dentre os quais pulsações regulares, eclipses em um sistema binário ou manchas na superfície de um astro em rotação. Vários processos são capazes ainda de desencadear flutuações irregulares de brilho, dentre os quais se destacam: liberações súbitas de energia na superfície das estrelas – na forma de *flares* – ou ejeções de matéria que acaba se condensando em nuvens de poeira e bloqueando a passagem da luz do astro (PERCY, 2007).

De acordo com John R. Percy (2007), a mudança na intensidade da luz das estrelas variáveis pode ser bastante reduzida, da ordem de algumas partes por milhão, ou alcançar valores elevados, com o aumento do brilho por um fator igual a mil ou ainda mais. Tal modificação pode ocorrer numa fração de segundos ou mesmo levar séculos para se realizar.

Certas estrelas variáveis são brilhantes o suficiente para que as alterações em seu brilho possam ser acompanhadas a olho nu, sem a necessidade do uso de equipamentos ópticos sofisticados. Neste tipo de monitoramento, destaca-se a *American Association of Variable Star Observers* (AAVSO), com sede nos Estados Unidos, que mantém um banco de dados acessível aos pesquisadores, com registros de milhões de observações feitas por mais de um século, tanto com o auxílio de instrumentos, quanto com a vista desarmada. No Brasil, a Rede de Astronomia Observacional (REA-Brasil) também se dedica a estas observações, com o intuito de contribuir para a pesquisa nesta área científica.

Vale destacar que o estudo da variabilidade pode propiciar o conhecimento de diversos atributos das estrelas. A análise de seu brilho faculta, a princípio, a mensuração

² Uma obra influente que apresenta tal discussão é o livro “Diálogos sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo”, de Galileu Galilei (1564–1642), publicado em 1632.

da escala de tempo em que a modificação da intensidade da luz ocorre e a amplitude desta mudança. Dependendo do tipo de estrela variável considerada e, em certos casos, da disponibilidade de dados observacionais complementares, em particular aqueles obtidos por espectroscopia, tais grandezas podem ser empregadas para deduzir parâmetros adicionais, dentre os quais: massa, raio, luminosidade e rotação. Por meio da elaboração de modelos teóricos capazes de reproduzir a variabilidade e outras características observadas, torna-se possível também realizar inferências sobre a estrutura, composição e processos físicos que se desenvolvem no interior do astro. Além disso, certas categorias de variáveis, notadamente as denominadas *cefeidas clássicas*, como será verificado adiante, possuem propriedades que as tornam essenciais na determinação de distâncias no Universo (PERCY, 2007).

2.1 Cefeidas clássicas

As cefeidas clássicas fazem parte do grupo das estrelas variáveis pulsantes. As oscilações de uma variável pulsátil podem ser divididas em radiais e não radiais. Em uma pulsação radial pura, mais simples e comum, a estrela conserva seu formato esférico, mas muda de volume, expandindo-se e contraindo-se periodicamente. Em oscilações não radiais, partes da estrela podem se mover em uma direção qualquer, efetuando deslocamentos não necessariamente paralelos ao raio vetor proveniente do centro da estrela (COX, 1980).

De acordo com Christiaan Sterken e Carlos Jäschek, as estrelas cefeidas clássicas efetuam pulsações radiais com período – tempo para completar um ciclo – bem delimitado em cada caso, tipicamente entre 1 e 50 dias, alcançando até cerca de 200 dias em alguns casos (STERKEN; JASCHEK, 2005).

A primeira cefeida descoberta, com período de 7,2 dias, foi η *Aquilae*, na constelação da Águia, em 1784, por Edward Pigott (1753–1825). Pouco tempo depois, John Goodricke (1764–1786) identificou a variabilidade de δ *Cephei*, na constelação de Cefeu, que possui período de 5,4 dias e constitui o protótipo de uma cefeida clássica. Até meados de 1784, algumas novas e supernovas haviam sido documentadas, mas eram conhecidas apenas cinco estrelas com variações cíclicas de brilho (STERKEN; JASCHEK, 2005).

Segundo Sterken e Jäschek (2005), na nomenclatura moderna, as cefeidas clássicas são também denominadas variáveis δ *Cephei*, cefeidas do tipo I ou simplesmente cefeidas. Há outros tipos de estrelas cefeidas, com propriedades diferentes. As cefeidas clássicas são estrelas relativamente jovens (com idades em geral da ordem de dez a cem milhões de anos) e com massas bem superiores à do Sol (normalmente entre cinco e quinze massas solares). Estas estrelas variáveis distinguem-se, em particular, por apresentarem uma relação bem estabelecida entre o período de suas oscilações e sua luminosidade (STERKEN; JASCHEK, 2005).

Antes de discutir tal relação e suas implicações, serão definidas algumas grandezas relevantes para se compreender o processo de medição do brilho de um astro e a caracterização da luminosidade de uma estrela, com base na exposição feita por Carrol e Ostlie (2007).

2.2 Um sistema para a medição do brilho

Em Astronomia, a *luminosidade* é definida como a energia que uma estrela emite por unidade de tempo. O brilho, por sua vez, corresponde ao *fluxo radiante*, quantidade total de energia luminosa, englobando todos os comprimentos de onda, que atravessa uma área unitária perpendicular à direção de propagação da luz, por unidade de tempo.

Supondo-se que a luz seja emitida por uma fonte puntiforme e não sofra absorção ou espalhamento durante sua propagação, pode-se considerar que, a uma distância r , a energia estará distribuída uniformemente sobre a superfície de uma esfera de área $4\pi r^2$. Isto permite relacionar a luminosidade L de uma estrela (propriedade intrínseca) com o fluxo radiante F por meio da equação:

$$F = \frac{L}{4\pi r^2} \quad (1)$$

conhecida como *lei do inverso do quadrado da distância para a luz*. Assim, quanto mais distante do observador se encontrar uma estrela, menor será o brilho medido.

Para expressar o brilho de um astro, utiliza-se comumente um sistema de magnitudes que se originou de um trabalho do astrônomo e matemático grego Hiparco (190–120 a.C.). Na escala numérica de Hiparco, as estrelas mais brilhantes do céu tinham magnitude aparente $m = 1$ e as estrelas mais fracas percebidas a olho nu possuíam magnitude aparente $m = 6$. Deste modo, um astro mais brilhante apresentava *menor* magnitude aparente do que outro de brilho mais fraco.

O sistema foi aperfeiçoado e, na definição moderna, se a diferença de magnitude entre dois objetos for igual a cinco, o mais brilhante terá fluxo radiante 100 vezes maior que o mais tênue. Assim, a diferença de uma única magnitude corresponderá a uma razão entre os fluxos radiantes de $100^{1/5} \approx 2,512$. A escala de magnitudes atual é mais extensa do que a original, incluindo desde o Sol, com $m = -26,83$ até objetos com $m = 30$ ou mais. Quando se leva em conta o fluxo radiante de todos os comprimentos de onda da luz, tem-se a chamada *magnitude bolométrica*. Pode-se definir também a *magnitude visual* V , ao se considerar apenas uma faixa bem determinada do espectro da luz, medindo-se com um filtro V centrado em 550 nm e com largura de banda efetiva de 89 nm, de maneira a se obter resultados similares aos possibilitados pelo olho humano.

Se uma estrela tem magnitude aparente m_1 e fluxo radiante F_1 , e outra magnitude aparente m_2 e fluxo radiante F_2 , pode-se escrever a razão entre os fluxos na forma:

$$\frac{F_2}{F_1} = 100^{(m_1 - m_2)/5} \quad (2)$$

e a diferença de magnitude como sendo:

$$m_1 - m_2 = -2,5 \log_{10} \left(\frac{F_1}{F_2} \right) \quad (3)$$

Uma estrela muito luminosa pode parecer bastante fraca para um observador na Terra caso esteja muito afastada, enquanto outra não tão luminosa que, no entanto, se encontra mais próxima, pode parecer mais brilhante. Em razão disso, define-se também a *magnitude absoluta* M , que seria a magnitude aparente de uma estrela se ela estivesse a uma distância padrão de 10 parsecs³. Cotejar magnitudes absolutas equivale a comparar o brilho de duas estrelas situadas à mesma distância da Terra, implicando que a mais brilhante é de fato a mais luminosa. Assim, uma estrela com magnitude absoluta *menor* do que outra possuirá *maior* luminosidade.

A diferença entre a magnitude aparente m e a magnitude absoluta M de uma estrela, chamada de *módulo de distância*, pode ser expressa em função de sua distância d à Terra. De acordo com a equação (1), comentada anteriormente, uma estrela de luminosidade L terá, a uma distância d , um fluxo radiante F_1 dado por:

$$F_1 = \frac{L}{4\pi d^2} \quad (4)$$

e, a uma distância de 10 pc, um fluxo radiante F_2 fornecido por:

$$F_2 = \frac{L}{4\pi 10^2} \quad (5)$$

Substituindo-se as equações 4 e 5 na equação (3), e considerando-se $m_1 = m$ e $m_2 = M$, tem-se que:

$$m - M = -2,5 \log_{10} \left(\frac{\frac{L}{4\pi d^2}}{\frac{L}{4\pi 10^2}} \right) = -2,5 \log_{10} \left(\frac{10}{d} \right)^2 \quad (6)$$

$$m - M = 5 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right) \quad (7)$$

com a distância d da estrela à Terra em parsecs. A equação (7) faculta, por exemplo, determinar a magnitude absoluta de uma estrela caso sua magnitude aparente e distância sejam conhecidas.

Como será indicado a seguir, o módulo de distância pode ainda ser utilizado em conjunto com a relação período-luminosidade das cefeidas clássicas para a determinação de quão afastadas estas estrelas se encontram da Terra.

2.3 Relação período-luminosidade

A relação entre o período e a luminosidade das cefeidas clássicas foi encontrada em 1912 por Henrietta Swan Leavitt (1868–1921), em uma investigação referente a estrelas variáveis na Pequena Nuvem de Magalhães, galáxia satélite da Via Láctea. Leavitt notou que cefeidas de maior brilho possuíam período mais longo e

³O parsec (pc) é uma unidade de medida astronômica que corresponde a $3,0856776 \times 10^{16}$ m. Em termos do ano-luz (ly), a distância percorrida pela luz no vácuo em um ano, tem-se que $1 \text{ pc} = 3,2615638 \text{ ly}$.

chegou a uma relação quantitativa entre estas grandezas (Figura 1). Assumindo que tais estrelas se situavam basicamente à mesma distância da Terra, concluiu que seus períodos estavam correlacionados à taxa com que de fato emitiam luz, ou seja, suas luminosidades (PICKERING, 1912).

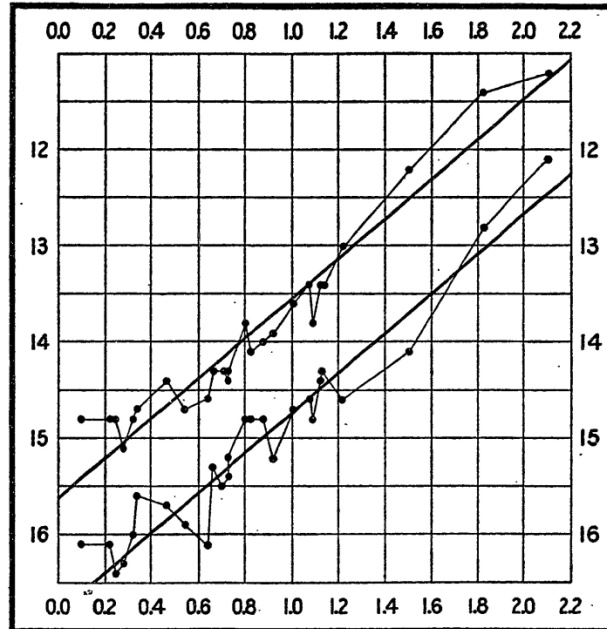


Figura 1 – Gráfico reproduzido do trabalho preparado por Leavitt sobre os períodos de 25 estrelas variáveis localizadas na Pequena Nuvem de Magalhães, atualmente classificadas como cefeidas clássicas. O eixo das abscissas representa o logaritmo do período, indicado em dias, e o eixo das ordenadas corresponde à magnitude aparente. Foram marcadas duas séries de pontos, a superior associada ao brilho máximo de cada estrela e a inferior ao brilho mínimo. Cada um dos conjuntos de pontos pode ser bem ajustado por uma reta. Ao se considerar que tais estrelas se encontram praticamente à mesma distância da Terra, evidencia-se que a magnitude absoluta de uma cefeida clássica, e também sua luminosidade, estão correlacionadas com o período de pulsação.

Fonte: Pickering (1912).

Posteriormente, tal relação foi calibrada a partir da medida da distância de algumas cefeidas clássicas mais próximas, também se levando em conta o efeito de atenuação da luz devido à presença de poeira entre cada estrela e o observador. A relação período-luminosidade pode ser expressa como (CARROL; OSTLIE, 2007):

$$\log_{10} \frac{\langle L \rangle}{L_{\odot}} = 1,15 \log_{10} P_d + 2,47. \quad (8)$$

Na equação anterior, $\langle L \rangle$ é luminosidade média da estrela, $L_{\odot} = 3,839 \times 10^{26}$ W é a luminosidade do Sol e P_d é o período da estrela em dias.

Estudos teóricos e observacionais mostram que a luminosidade de uma cefeida relaciona-se mais precisamente com seu período e sua temperatura superficial (STERKEN; JASCHEK, 2005). Entretanto, do ponto de vista prático, a introdução do termo associado à temperatura superficial não contribui significativamente para a

melhoria dos resultados em aplicações envolvendo a determinação de distâncias por meio da análise de cefeidas (PERCY, 2007). Por isso, tal refinamento não será considerado neste trabalho.

Outra maneira de expor a relação período-luminosidade é propiciada pela seguinte equação:

$$M_{(V)} = -2,81 \log_{10} P_d - 1,43 \quad (9)$$

em que $M_{(V)}$ é a magnitude absoluta V média e P_d é o período de pulsação, expresso em dias (CARROL; OSTLIE, 2007).

Com o propósito de se descobrir quão longe da Terra se encontra uma cefeida clássica, pode-se medir seu período de pulsação e, a partir da relação período-luminosidade calibrada, obter sua magnitude absoluta. Medindo-se então sua magnitude aparente, é possível calcular a distância da estrela por meio da equação (7), concernente ao módulo de distância.

Por terem alta luminosidade, as cefeidas clássicas podem ser observadas em regiões longínquas da Via Láctea e mesmo em outras galáxias, desempenhando assim um papel fundamental no estabelecimento da escala de distâncias do Universo (COX, 1980).

A determinação da distância até Andrômeda por Edwin Powell Hubble (1889 - 1953), em 1925, tornou-se factível em virtude da identificação de cefeidas clássicas nesta galáxia. Esta medida, embora subestimada, devido à imprecisão na calibração da relação período-luminosidade existente na época, forneceu uma evidência importante a favor da ideia de que este objeto não fazia parte da Via Láctea, em contraposição à abordagem ainda aceita por muitos neste período de que estruturas similares a Andrômeda eram integrantes de nossa própria galáxia (KRAGH, 2015).

O reconhecimento de cefeidas clássicas em outras galáxias permitiu a Hubble fazer mais uma contribuição relevante para o debate cosmológico. Hubble mediu as distâncias a diversas galáxias com o auxílio das cefeidas e as confrontou com os valores das velocidades com que se afastavam da Terra, obtidas por ele e outros astrônomos mediante a análise do desvio para o vermelho exibido pelas linhas espectrais destes objetos. Percebeu, então, que havia uma relação linear entre a velocidade de recessão e a distância. Esta relação, conhecida como *lei de Hubble*, considerada em conjunto com abordagens teóricas, acabou por levar os astrônomos à conclusão de que o Universo estava em expansão. Tal ideia, por volta de 1933, passou a ser amplamente aceita e incorporada aos modelos cosmológicos (KRAGH, 2015).

3 Proposta didática

O estudo das estrelas variáveis também pode trazer aportes significativos para o ensino de Ciências. A observação e a análise de estrelas variáveis por estudantes do Ensino Médio foram tratadas por Percy e Mattei (1998) como forma de propiciar o desenvolvimento e integração de uma série de habilidades nas áreas de Ciências, Matemática e Computação, além de possibilitar uma exposição ao processo de elaboração do conhecimento científico e tornar a aprendizagem mais estimulante.

Como descreveu Alexandre Amorim (2011), examinando o caso da cefeida brilhante η *Aquillae*, o monitoramento de estrelas variáveis a olho nu facilita a realização de atividades didáticas multidisciplinares e com implicações histórico-filosóficas.

A abordagem empírica no estudo de estrelas variáveis, em que os estudantes coletam, analisam e interpretam seus próprios dados observacionais, conforme destacou Tasso A. J. Napoleão (2018), é uma estratégia adequada para a introdução de conceitos de Astrofísica Estelar no Ensino Médio. De acordo com Napoleão (2018), esta metodologia pode contribuir para fomentar a criatividade e o raciocínio crítico dos alunos, além de favorecer sua familiarização com o método científico e a aquisição de competências investigativas. Napoleão (2018) detalhou, em particular, um projeto observacional didático contemplando as estrelas cefeidas, ilustrado com o exemplo da estrela ℓ *Carinae*.

A proposta do presente trabalho foi estruturada tendo como referência três momentos pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI, 1991):

- a) *problematização inicial*, na qual se procura contextualizar situações e/ou questões a serem compreendidas, estabelecendo pontos de contato com a realidade dos estudantes e as ideias prévias de que dispõem, motivando também a busca por conteúdos novos;
- b) *organização do conhecimento*, em que se propicia a interação com fontes de informação diversas que auxiliem no entendimento mais aprofundado do tema investigado, podendo incluir a realização de leituras, observações e debates;
- c) *aplicação do conhecimento*, na qual se busca fazer uso dos conteúdos adquiridos para se analisar e interpretar as situações e questões formuladas inicialmente e explorar outros tópicos e fenômenos relacionados às noções construídas.

Também se considerou nesta proposta a utilização de enfoques da História da Ciência, a fim de evidenciar o impacto das ideias científicas sobre a sociedade e a maneira como o mundo é percebido, além de favorecer a formação de uma imagem do saber científico como algo dinâmico (NIELSEN; THOMSEN, 1990).

Sugere-se a seguinte sequência didática para o desenvolvimento de uma atividade no Ensino Médio:

- a) Indagação inicial, dirigida aos alunos, sobre a possibilidade de o brilho das estrelas observadas no céu noturno variar, e o que isto poderia revelar sobre suas propriedades;
- b) Interrogação a respeito de quais seriam as distâncias até as estrelas e se haveria alguma forma de medi-las;
- c) Breve apresentação da visão predominante na Europa até a Revolução Científica dos séculos XVI e XVII, fundamentada nas teorias de Aristóteles, de acordo com as quais a substância celeste seria imutável e, portanto, não existiria variabilidade estelar;
- d) Menção aos casos das supernovas investigadas em 1572 e 1604, que foram situadas entre as chamadas estrelas fixas e tidas na condição de evidências para

- se questionar a imutabilidade dos céus e favorecer um novo modelo de mundo, o heliocêntrico;
- e) Abordagem de algumas ideias históricas sobre as dimensões da Via Láctea e o debate sobre a existência ou não de outras galáxias, que perdurou até a década de 20 do século XXI;
 - f) Proposta de observação de uma estrela cefeida clássica visível a olho nu e com variação de brilho acentuada;
 - g) Discussão de conceitos e técnicas fundamentais relacionados à medida da luz das estrelas;
 - h) Orientação dos estudantes sobre como localizar astros no firmamento, incluindo sessões práticas para o reconhecimento do céu noturno e a correta identificação tanto da cefeida clássica escolhida quanto de outras estrelas de interesse nas proximidades;
 - i) Treinamento dos alunos em relação aos procedimentos para se estimar visualmente a magnitude de uma estrela, com um período prévio de observação da estrela variável selecionada, por algumas noites;
 - j) Condução de observações da cefeida clássica escolhida, após a etapa preparatória, com o registro sistemático das magnitudes e dos instantes em que cada medida foi feita;
 - k) Análise dos dados obtidos por meio da construção de um gráfico da magnitude aparente em função do tempo, obtenção do período da estrela em dias, cálculo de sua magnitude *aparente* média, determinação de sua magnitude *absoluta* média e luminosidade com a utilização da relação período-luminosidade, e estimativa de sua distância com o emprego do módulo de distância;
 - l) Discussão final salientando que os astrônomos recorrem a métodos semelhantes aos adotados no trabalho didático realizado para se determinar distâncias, com o auxílio de estrelas cefeidas clássicas, porém contando com telescópios e detectores sensíveis⁴, e adotando procedimentos mais sofisticados;
 - m) Destaque à importância das cefeidas clássicas para a elaboração de modelos cosmológicos relacionados à expansão do Universo;
 - n) Menção a outros métodos empregados pelos astrônomos para se encontrar distâncias, tais como o da paralaxe e o que se baseia na luminosidade padrão de certos tipos de supernovas.

Tal sequência didática constitui apenas uma possibilidade, podendo ser modificada para atender às especificidades do grupo de estudantes com o qual se trabalha, e ser também adaptada para o desenvolvimento de uma atividade prática em

⁴ O detector eletrônico mais amplamente usado em Astronomia óptica é o CCD (sigla de *charge-coupled device*, que em inglês significa *dispositivo de carga acoplada*), constituindo parte de uma câmera digital e posicionado no plano focal de um telescópio. O CCD permite registrar a intensidade integrada da luz nele incidente em função da posição em sua superfície, gerando dados que podem ser convertidos para o formato digital e examinados em um computador (BRADT, 2004). Outro tipo de detector, de menor custo de fabricação, muito encontrado em *webcams* e câmeras de telefones celulares, é o CMOS (sigla de *complementary metal-oxide-semiconductor*, que em inglês significa *semicondutor de metal-óxido complementar*) (BERRY; BURNELL, 2011).

um curso introdutório de Astronomia. A fim de ilustrar de que maneira se pode reunir e analisar dados sobre uma cefeida clássica, em observações a olho nu, apresenta-se um exemplo na próxima seção.

3.1 Observação e análise de dados de uma cefeida clássica

Há diversas estrelas variáveis passíveis de observação a olho nu. Cefeidas clássicas apropriadas para este tipo de trabalho poderiam ser η *Aquillae*, ζ *Geminorum* e ℓ *Carinae*, cujos períodos e intervalos de variação de magnitude são informados na Tabela 1, em conjunto com suas designações no catálogo estelar Henry Draper (HD) e suas coordenadas celestes no sistema equatorial.

Estrela	Designação no Catálogo Henry Draper	Ascensão Reta (J2000)	Declinação (J2000)	Período (dias)	Varição da Magnitude Aparente V
η <i>Aquillae</i>	HD 187929	19 ^h 52 ^m 28,39 ^s	+1° 00' 20,2"	7,1769	3,5 a 4,3
ζ <i>Geminorum</i>	HD 52973	7 ^h 04 ^m 06,53 ^s	+20° 34' 13,0"	10,1507	3,6 a 4,2
ℓ <i>Carinae</i>	HD 84810	9 ^h 45 ^m 14,78 ^s	-62° 30' 28,6"	35,5358	3,3 a 4,2

Tabela 1 – Algumas cefeidas clássicas brilhantes.

Fonte: dados fornecidos pelo software *Stellarium* (CHÉREAU *et al.*, 2017) e adaptados pelo autor.

A identificação de estrelas no céu noturno é facilitada com o uso de cartas celestes e de *softwares* planetários similares ao *Stellarium*, que fornecem a posição dos astros em determinado dia e horário, quando observados de um local especificado.

Na Figura 2, indica-se a localização de ℓ *Carinae* – da constelação da *Carina* (a Quilha) –, assim como algumas estrelas brilhantes próximas. A carta celeste exibida nesta figura mostra a configuração aproximada do céu em Foz do Iguaçu, Brasil, às 19:00 do dia 15 de junho, para um observador posicionado de frente para o Sul. Tal escolha foi feita por ter sido este o local onde o autor realizou as observações analisadas no presente trabalho. É conveniente que o interessado em investigar uma estrela variável crie uma carta celeste apropriada para sua localização, buscando avaliar inicialmente se o objeto celeste pode ser visto a partir de sua latitude e procurando estabelecer o período do ano e os horários mais propícios para a coleta de dados.

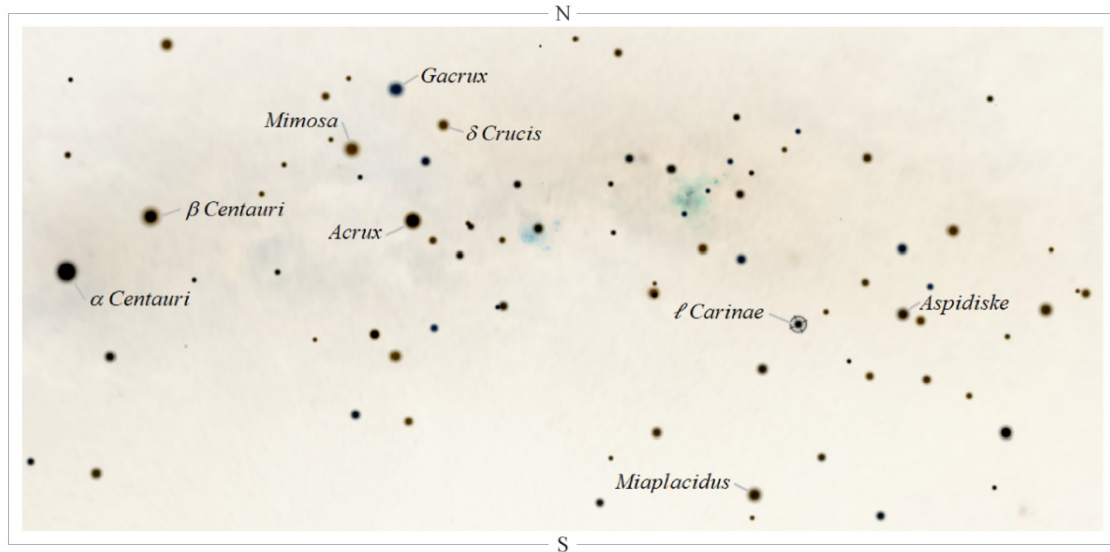


Figura 2 – Carta celeste mostrando a posição da cefeida clássica ℓ Carinae, destacada por um marcador circular. Algumas estrelas nas proximidades são indicadas pelo nome, incluindo os quatro mais brilhantes do Cruzeiro do Sul (*Acrux*, *Mimosa*, *Gacrux* e δ *Crucis*).

Fonte: adaptado pelo autor de uma imagem gerada com o software *Stellarium* (CHÉREAU *et al.*, 2017) para Foz do Iguaçu, Brasil, em 15 de junho, às 19:00.

Antes de conduzir uma observação, é importante que o olho esteja adaptado à escuridão, para ser capaz de detectar fontes tênues de luz. Em um ambiente fracamente iluminado, a sensibilidade da visão aumenta gradualmente com o tempo. Para a observação de estrelas variáveis, uma adaptação apropriada pode ser alcançada em geral num intervalo de 10 a 15 minutos, embora um tempo maior possa ser necessário no caso de um alvo com brilho muito fraco (GOOD, 2003).

Um aspecto que tende a prejudicar a medição da magnitude de um astro é a poluição luminosa produzida pela iluminação artificial, sobretudo nas grandes cidades, a qual acarreta um aumento no brilho do céu noturno, atrapalhando assim a detecção das fontes de luz celestes (CINZANO *et al.*, 2000). Neste caso, para se contornar as dificuldades na percepção das estrelas de brilho mais fraco, pode-se recorrer a instrumentos ópticos tais como binóculos (AMORIM, 2011).

Para estimar o brilho de uma estrela variável visualmente, uma técnica que produz bons resultados consiste em cotejar sua magnitude aparente com a de duas estrelas próximas desta no céu, não variáveis ou cujo brilho percebido pela visão seja constante⁵, uma delas com magnitude aparente um pouco inferior e a outra com

⁵ De maneira estrita, assume-se que todas as estrelas apresentam alguma variação de brilho ao longo de sua evolução. No entanto, muitas não evidenciam qualquer mudança mensurável na intensidade da luz emitida dentro da escala de tempo em que um estudo é conduzido, podendo então ser consideradas essencialmente não variáveis (BUDDING; DEMIRCAN, 2007). Um modo de avaliar a constância do brilho de uma estrela se efetiva por meio de sua observação em intervalos de tempo regulares, empregando-se um telescópio dotado de uma câmera CCD com filtros fotométricos, a fim de se obter um conjunto de valores de sua magnitude em um sistema fotométrico padrão, ao longo de certo período. Os dados reunidos podem então ser analisados com o apoio de métodos estatísticos, dentre os quais o teste do chi-quadrado (χ^2). Nesta abordagem, torna-se possível testar a hipótese de que o brilho do objeto não se altera com o passar do tempo e, caso tal conjectura não possa ser rejeitada, dentro do nível de significância estatística adotado, considerar que a estrela é não variável (SOKOLOVSKY *et al.*, 2017).

magnitude aparente um pouco superior ao da variável (BUCHHEIM, 2007). No caso da observação visual de ℓ Carinae, poderiam ser utilizadas as estrelas de comparação evidenciadas na Figura 3, cujas magnitudes aparentes constam na Tabela 2, em conjunto com suas designações no catálogo estelar Henry Draper (HD) e suas coordenadas celestes no sistema equatorial.

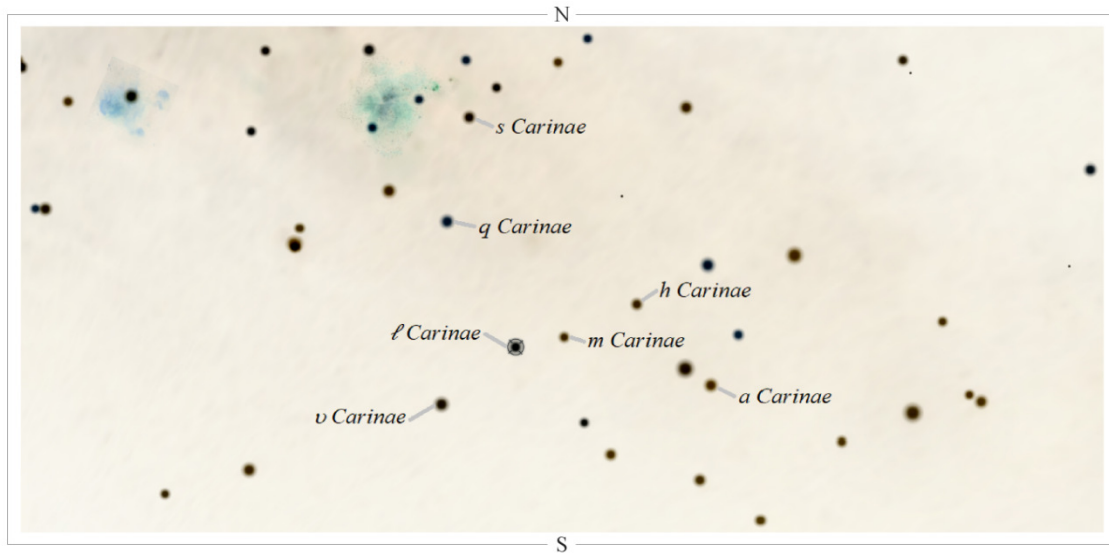


Figura 3 – Carta celeste mostrando a posição da cefeida clássica ℓ Carinae, destacada por um marcador circular, e seis estrelas de comparação.

Fonte: adaptado pelo autor de uma imagem gerada com o software *Stellarium* (CHÉREAU *et al.*, 2017).

Estrela	Designação no Catálogo Henry Draper	Ascensão Retra (J2000)	Declinação (J2000)	Magnitude Aparente V
v Carinae	HD 85123	09 ^h 47 ^m 06,09 ^s	−65° 04′ 19,3″	3,0
A Carinae	HD 79351	09 ^h 10 ^m 58,04 ^s	−58° 58′ 00,8″	3,4
q Carinae	HD 89388	10 ^h 17 ^m 04,93 ^s	−61° 19′ 56,7″	3,4
s Carinae	HD 90853	10 ^h 27 ^m 52,70 ^s	−58° 44′ 21,9″	3,8
h Carinae	HD 83183	09 ^h 34 ^m 26,62 ^s	−59° 13′ 47,2″	4,1
m Carinae	HD 83944	09 ^h 39 ^m 20,89 ^s	−61° 19′ 41,4″	4,5

Tabela 2 – Estrelas de comparação para a observação de ℓ Carinae.

Fonte: dados obtidos com o gerador de cartas celestes da American Association of Variable Star Observers (2017) e o software *Stellarium* (CHÉREAU *et al.*, 2017), e adaptados pelo autor.

Para se chegar à estimativa da magnitude aparente da variável no momento da observação, cria-se mentalmente uma escala de brilho e avalia-se o grau de similaridade entre o brilho da variável e o das estrelas de comparação (BUCHHEIM, 2007).

No caso de observações a olho nu, uma estrela cuja magnitude varia no máximo de alguns centésimos também poderia ser basicamente tratada como não variável, uma vez que tal oscilação dificilmente seria percebida pela visão. Estrelas de comparação adequadas para o estudo de um grande número de estrelas variáveis já foram determinadas e podem ser acessadas, por exemplo, por meio do gerador de cartas celestes da *American Association of Variable Star Observers* (2017).

Por exemplo, existindo duas estrelas de comparação com magnitudes aparentes de 3,4 e 3,8, pode-se criar uma escala de medida cujos extremos incluem estes valores, com variações em passos de 0,1. Se em determinado instante a estrela variável evidenciar um brilho intermediário ao das estrelas de comparação, sua magnitude aparente será avaliada em 3,6. Se em outro momento a variável parecer estar com um brilho um pouco maior, porém ainda inferior ao da estrela de comparação mais brilhante, a magnitude será estimada em 3,5. Caso o brilho da variável seja similar ao da estrela de comparação mais brilhante, será atribuído o valor 3,4 à sua magnitude aparente.

Para melhorar a detecção de fontes mais fracas de luz, pode-se aplicar a técnica de evitar olhar diretamente para o alvo, buscando-se perceber o astro com a visão periférica⁶ (GOOD, 2003).

É preciso salientar que a habilidade de fazer estimativas de magnitude demanda aprendizagem e prática, a fim de que tanto o olho quanto o cérebro adquiram proficiência na aplicação deste procedimento, facultando observações mais detalhadas e precisas (BUCHHEIM, 2007). Tal treinamento idealmente envolve várias noites de observação antes de se iniciar o registro das medidas que serão de fato incluídas no estudo da estrela variável selecionada.

Após se reunir dados suficientes para a caracterização da variabilidade estelar e o cálculo do período, a próxima etapa da atividade é a construção de uma curva de luz, marcando-se a magnitude aparente visual em função do tempo. Conforme exemplifica Amorim (2011), caso não haja condições para a realização de observações contínuas por um período mais extenso, pode-se, além de medidas obtidas diretamente das próprias observações, utilizar observações do banco de dados organizado pela AAVSO⁷, a fim de se traçar uma curva de luz mais completa.

Na Figura 4, apresenta-se uma curva de luz da estrela ℓ *Carinae* elaborada com 50 observações efetuadas a olho nu pelo autor. O tempo foi fornecido em datas julianas, sistema bastante empregado em Astronomia para possibilitar a contagem contínua dos dias, evitando-se as complicações do calendário oficial. A data juliana corresponde ao tempo transcorrido, em dias (incluindo frações de dia), desde o meio-dia da hora universal de primeiro de janeiro de 4713 a.C. (PERCY, 2007). Há aplicativos e *softwares* tais como o *Stellarium* que permitem facilmente encontrar a data juliana de um evento, uma vez informadas a data e a hora de sua ocorrência no calendário vigente⁸.

⁶ Os fundamentos deste procedimento relacionam-se à anatomia e fisiologia do olho. Na retina, estrutura situada na parte posterior do olho, revestindo sua cavidade interior, encontram-se dois tipos de células fotorreceptoras: os bastonetes e os cones. Os cones concentram-se em uma pequena região central, denominada fóvea, associada ao centro da visão. Operam melhor em condições de iluminação mais elevada e possibilitam distinguir as cores dos objetos. Os bastonetes não estão presentes na fóvea, distribuindo-se na parte periférica da retina. Possuem maior sensibilidade à luz do que os cones e trabalham melhor em ambientes com iluminação reduzida (GOOD, 2003).

⁷ Disponível em: www.aavso.org. Neste *site*, dados sobre uma estrela variável podem ser recuperados inserindo-se, no campo de buscas, o nome do objeto registrado em um catálogo, tal qual o Henry Draper (HD).

⁸ No *Stellarium* a conversão pode ser realizada acessando-se a “Janela de Data e Hora”.

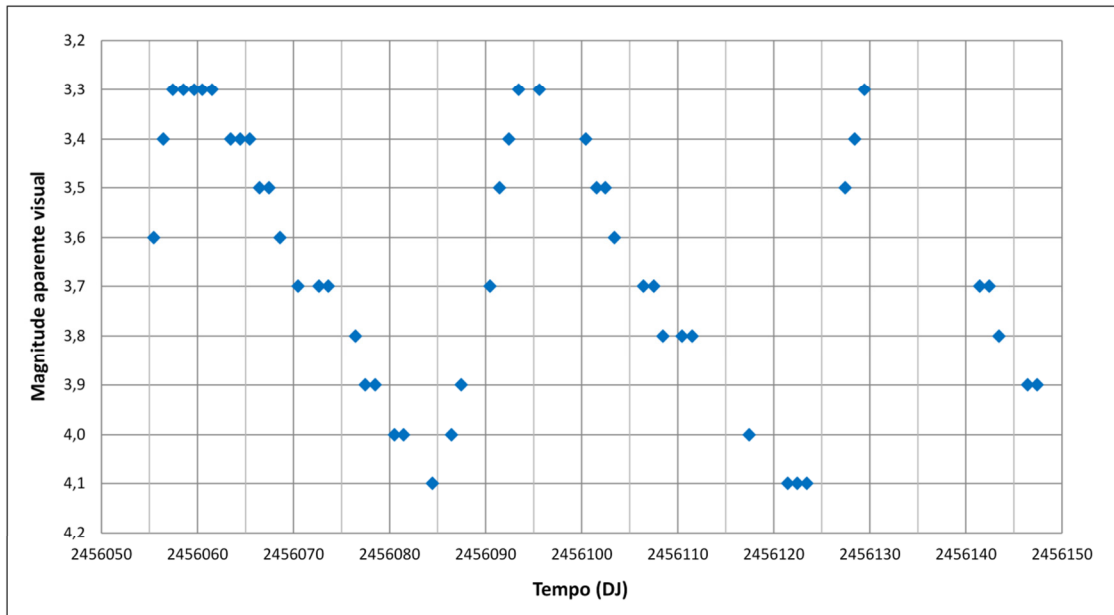


Figura 4 – Curva de luz de ℓ Carinae (HD 84810). Os pontos correspondem a observações realizadas visualmente de 7 de maio a 7 de agosto de 2012. O eixo das magnitudes foi orientado para que pontos correspondentes a um maior brilho ficassem na parte superior do gráfico. O tempo foi expresso em datas julianas (DJ).

Fonte: elaborado pelo autor.

A determinação do período pode ser feita com a utilização de *softwares* especializados ou, de maneira simplificada, calculando-se o intervalo de tempo entre dois máximos ou mínimos consecutivos, por exemplo. Por meio do *software Peranso*⁹ (VANMUNSTER, 2014), aplicando-se o método da transformada discreta de Fourier (em inglês, *discrete Fourier transform*, também designada pela sigla DFT), obtém-se, considerando-se os dados que geraram a curva de luz exibida na Figura 4, o período de 35,7877 dias para ℓ Carinae, compatível com o valor de 35,5358 fornecido na Tabela 1.

O uso desta informação na equação (8) leva ao conhecimento da luminosidade de ℓ Carinae:

$$\log_{10} \frac{\langle L \rangle}{L_{\odot}} = 1,15 \log_{10} 35,7877 + 2,47 \quad (10)$$

$$\langle L \rangle = 1,8 \times 10^4 L_{\odot} = 6,9 \times 10^{30} \text{W} \quad (11)$$

Substituindo-se o período encontrado na equação (9), chega-se também à magnitude absoluta $M_{\langle V \rangle}$ de ℓ Carinae:

$$M_{\langle V \rangle} = -2,81 \log_{10} 35,7877 - 1,43 = -5,8 \quad (12)$$

⁹ Outra opção para a análise de dados é o *software VStar*, da AAVSO, disponível em: www.aavso.org/vstar.

Tomando-se a média entre as magnitudes aparentes máxima (4,1) e mínima (3,3) observadas, tem-se a magnitude aparente visual média de 3,7, comparável à deduzida dos valores indicados na Tabela 1. Substituindo-se, então, o valor da magnitude aparente visual média¹⁰ e da magnitude absoluta $V_{\text{média}}$ na equação (7), tem-se uma estimativa da distância¹¹ de ℓ *Carinae*:

$$3,7 - (-5,8) = 5 \log_{10} \left(\frac{d}{10} \right) \quad (13)$$

$$d = 7,9 \times 10^2 \text{ pc} = 2,6 \times 10^3 \text{ ly} \quad (14)$$

Deste modo, por meio da coleta de dados em observações com a vista desarmada e com base em considerações teóricas, foi possível estabelecer algumas das propriedades físicas da cefeida clássica ℓ *Carinae*, alcançando-se valores aproximados para sua magnitude aparente, período, luminosidade, magnitude absoluta e distância ao planeta Terra.

4 Considerações finais

A observação de estrelas variáveis produz um contexto propício para a introdução de conceitos e técnicas de pesquisa da Astronomia, além de abrir espaço para a discussão de temas históricos e atuais relevantes para a compreensão do Universo. Certas variáveis brilhantes, a exemplo de algumas cefeidas clássicas, podem inclusive ser estudadas, no contexto educacional, sem a necessidade de instrumentação especializada, utilizando-se unicamente a própria visão.

A atividade possui potencial para enriquecer a abordagem da Astronomia no Ensino Médio, mas sua efetivação pode demandar a superação de alguns obstáculos. Em particular, o desenvolvimento deste tipo de projeto envolve o domínio dos procedimentos para se localizar astros na esfera celeste e, sobretudo, o treino necessário

¹⁰ A rigor, deveria ser utilizada na equação (7) a magnitude aparente média obtida com o filtro *Vem* conjunto com a magnitude absoluta V média. No entanto, a escala de magnitudes na banda V foi desenvolvida de tal forma que as medidas feitas neste sistema fossem comparáveis às estimativas realizadas com o olho humano. Por isso, é razoável empregar a magnitude aparente visual (m_v) neste cálculo aproximado, com finalidades didáticas. Mas discrepâncias entre m_v e V podem ocorrer, pois, de acordo com Ronald E. Zissell (1998), uma estrela azul parecerá um pouco mais brilhante ao olho humano do que na banda V , enquanto uma estrela vermelha parecerá um pouco menos brilhante. Uma equação estabelecida empiricamente por Richard H. Stanton (1981) relacionando m_v e V fornece, por exemplo, para estrelas comumente encontradas, valores de $m_v - V$ variando de $-0,09$, em se tratando de astros mais azulados, até $+0,30$, no caso de objetos mais avermelhados.

¹¹ Para se chegar a um resultado mais acurado que o obtido neste exercício simplificado, seria preciso levar em conta a influência do meio interestelar sobre a luz da estrela. O gás e a poeira existentes entre o astro e o observador produzem absorção e espalhamento da radiação eletromagnética, *reduzindo* a intensidade da luz detectada e *aumentando* a magnitude aparente da estrela (BUDDING; DEMIRCAN, 2007). Este efeito, denominado *extinção interestelar*, pode ser significativo e, caso não seja compensado ao se aplicar a equação (7), fará a estrela parecer mais afastada do que de fato se encontra. Determinações mais rigorosas da distância de ℓ *Carinae*, mencionadas por Davis *et al.* (2009) e efetivadas por diferentes métodos, levam a valores que variam de 485 a 566 pc.

para a aplicação apropriada da técnica para a estimativa de magnitudes. Isto certamente demanda empenho e prática dos estudantes, trabalhando sob a supervisão do professor.

Além disso, a realização de observações durante várias noites, com o propósito de captar um ciclo completo da estrela variável, requer disciplina e persistência. Pode colaborar para a manutenção da motivação a criação de um grupo de estudos que realize reuniões periódicas, a fim de possibilitar o intercâmbio de experiências e também a discussão de textos abordando tópicos de Astronomia relacionados ao trabalho observacional em andamento.

No entanto, longe de afastar os educandos do tema proposto, desafios bem dimensionados constituem um incentivo, estimulando a aquisição de novos conhecimentos, o desenvolvimento de habilidades e, no caso das estrelas variáveis, podendo até mesmo gerar dados úteis para a pesquisa científica, caso sejam adotadas estratégias para o controle da qualidade das observações¹².

Agradecimentos

O autor agradece: a Tasso Napoleão, cofundador da Rede de Astronomia Observacional (REA-Brasil), pelas informações referentes à observação de estrelas variáveis; ao Pólo Astronômico Casimiro Montenegro Filho, da Fundação Parque Tecnológico Itaipu (FPTI), pelo apoio à realização do trabalho; e aos pareceristas anônimos da RELEA pelos valiosos comentários e sugestões para o aperfeiçoamento do texto.

Referências

ALBERTAZZI JR. A.; SOUSA, A. R. **Fundamentos de metrologia científica e industrial**. Barueri: Manole, 2015.

AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS. **Manual para observação visual de estrelas variáveis**. Cambridge, Estados Unidos, 2011. Disponível em: www.aavso.org/sites/default/files/publications_files/manual/portuguese/PortugueseManual.pdf. Acesso em: 18 jul. 2019.

AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS. **Variable star plotter**. Cambridge, Estados Unidos, 2017. Disponível em: www.aavso.org/apps/vsp. Acesso em: 8 out. 2017.

¹² Um ponto fundamental, já mencionado, é o treinamento cuidadoso dos observadores em relação aos procedimentos para a medida de magnitudes visuais. Informações adicionais relevantes para o aperfeiçoamento técnico dos interessados no estudo de estrelas variáveis podem ser encontradas no *Manual para Observação Visual de Estrelas Variáveis* (AMERICAN ASSOCIATION OF VARIABLE STAR OBSERVERS, 2011) e no guia de estudos *Astrofísica Estelar para o Ensino Médio* (NAPOLEÃO, 2018), dentre outras publicações. Para um tratamento mais rigoroso, poderiam também ser empregadas ferramentas de controle estatístico de processos, a exemplo do método designado Repetitividade & Reprodutibilidade de Medidores (em inglês *Gage R&R – Repeatability & Reproducibility*), adotado na análise de sistemas de medição, com o propósito de verificar a adequabilidade do conjunto de procedimentos de mensuração (ALBERTAZZI JR.; SOUSA, 2015).

AMORIM, A. Observação visual de Eta Aquilae: uma atividade multidisciplinar. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Atas...**, Rio de Janeiro: UNIRIO; São Carlos: UFSCar, 2011. Disponível em: www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/04/SNEA2011_TCP39.pdf. Acesso em: 30 ago. 2017. p. 1-7.

BERRY, R.; BURNELL, J. **The handbook of astronomical image processing**. Richmond: Willmann-Bell, 2011.

BRADT, H. **Astronomy methods: a physical approach to astronomical observations**. Cambridge: Cambridge University, 2004.

BUCHHEIM, R. K. **The sky is your laboratory: advanced astronomy projects for amateurs**. Berlin: Springer; Chichester: Praxis, 2007.

BUDDING, E.; DERMICAN, O. **Introduction to astronomical photometry**. 2. ed. Cambridge: Cambridge University, 2007.

CARROL, B. W.; OSTLIE, D. A. **An introduction to modern astrophysics**. 2. ed. San Francisco: Pearson; Addison Wesley, 2007.

CHÉREAU, F. *et al.* (Coord.). **Stellarium**: versão 0.16.1. Disponível em: www.stellarium.org. Acesso em: 6 out. 2017.

CINZANO, P. *et al.* The artificial night sky brightness mapped from DMSP satellite operational line scan system measurements. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 318, n. 3, p. 641-657, 2000. Disponível em: www.lightpollution.it/cinzano/download/mnras_paper.pdf. Acesso em: 22 out. 2017.

COX, J. P. **Theory of stellar pulsation**. Princeton: Princeton University, 1980.

DAVIS, J. *et al.* Observations of the pulsation of the Cepheid ℓ Car with the Sydney University stellar interferometer. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 394, n. 3, p. 1620-1630, 2009. Disponível em: <https://academic.oup.com/mnras/article/394/3/1620/1071093>. Acesso em: 19 jul. 2019.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1991.

GOOD, G. A. **Observing variable stars**. London: Springer, 2003.

KRAGH, H. S. **Conceptions of cosmos: from myths to the accelerating universe**. Oxford: Oxford University, 2015.

NAPOLEÃO, T. A. J. **Astrofísica estelar para o ensino médio: uma abordagem empírica baseada na observação visual das estrelas variáveis**. 2018. 425 p. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Astronomia) – Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: www.iag.usp.br/pos/sites/default/files/d_tasso_a_j_napoleao_original.pdf. Acesso em: 16 jul. 2019.

NIELSEN, H.; THOMSEN, P. V. History and philosophy of science in physics education. **International Journal of Science Education**, London, v. 12, n. 3, p. 308-316, 1990.

NORTH, J. **Cosmos: an illustrated history of astronomy and cosmology**. Chicago: The University of Chicago, 2008.

PERCY, J. R. **Understanding variable stars**. Cambridge: Cambridge University, 2007.

PERCY, J. R.; MATTEI, J. A. Variable stars in your classroom. **Journal of the Royal Astronomical Society of Canada**, v. 92, p. 322-324, December 1998. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1998JRASC..92..322P>. Acesso em: 30 ago. 2017.

PICKERING, E. C. Periods of 25 variable stars in the Small Magellanic Cloud. **Harvard College Observatory Circular**, v. 173, p.1-3, 1912. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1912HarCi.173....1L>. Acesso em: 27 ago. 2017.

SOKOLOVSKY, K. V. *et al.* Comparative performance of selected variability detection techniques in photometric time series data. **Monthly Notices of the Royal Astronomical Society**, v. 464, n. 1, p. 274-292, 2017.

STANTON, R. H. Photoelectric measures of AAVSO comparison star sequences – II. **Journal of the American Association of Variable Star Observers**, v. 10, p. 1-8, 1981. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1981JAVSO..10....1S>. Acesso em: 17 dez. 2018.

STERKEN, C.; JASCHEK, C. (Eds.). **Light curves of variable stars: a pictorial atlas**. Cambridge: Cambridge University, 2005.

VANMUNSTER, T. **Peranso: light curve and period analysis software -versão 2.51**. [S.l.]: CBA Belgium Observatory, 2014. Disponível em: www.peranso.com. Acesso em: 26 set. 2017.

ZISSELL, R. E. Evolution of the “real” visual magnitude system. **Journal of the American Association of Variable Star Observers**, v. 26, n. 2, p. 151-161, 1998. Disponível em: <http://adsabs.harvard.edu/abs/1998JAVSO..26..151Z>. Acesso em: 17 dez. 2018.

Artigo recebido em 24/07/2018.

Aceito em 28/08/2019.

QUAL É O TAMANHO DO UNIVERSO? UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVO SOBRE OS MÉTODOS DE ERATÓSTENES E ARISTARCO PARA MEDIR OS TAMANHOS DA TERRA E DA LUA

*Carlos Augusto Ferreira*¹
*Sérgio Mascarello Bisch*²

Resumo: O trabalho apresenta uma proposta de sequência de ensino investigativo para a Educação Básica sobre a determinação dos tamanhos da Terra e da Lua, seguindo os passos de Eratóstenes e Aristarco de Samos, numa abordagem que busca explorar os aspectos históricos e interdisciplinares envolvidos no desenvolvimento do tema. São indicados questões e problemas abertos a serem apresentados aos estudantes e sugeridas sequências de atividades a serem realizadas com o intuito de levantamento de hipóteses e resolução, destacando a importância da observação atenta de fenômenos naturais comuns, como as sombras dos objetos e os eclipses lunares, associada à aplicação de princípios geométricos e físicos simples e uma atitude investigativa que leva à obtenção de resultados notáveis, como as dimensões da Terra e da Lua. A proposta representa um primeiro passo no desenvolvimento de um projeto de ensino mais amplo sobre o tema das dimensões do Universo, que objetiva promover uma conscientização dos estudantes com relação ao Universo e à nossa posição dentro dele.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Ensino por investigação; Terra; Lua; Eratóstenes; Aristarco.

¿CUAL ES EL TAMAÑO DEL UNIVERSO? UNA PROPUESTA DE SECUENCIA DE ENSEÑANZA INVESTIGATIVA SOBRE LOS MÉTODOS DE ERATÓSTENES Y ARISTARCO PARA MEDIR LOS TAMAÑOS DE LA TIERRA Y LA LUNA

Resumen: Este trabajo presenta una propuesta de secuencia de enseñanza investigativa para la Educación Básica sobre la determinación de los tamaños de la Tierra y de la Luna, siguiendo los pasos de Eratóstenes y Aristarco de Samos, en un enfoque que busca explorar los aspectos históricos e interdisciplinarios involucrados en el desarrollo del tema. Las cuestiones y los problemas abiertos que se presentarán a los estudiantes se indican y se sugieren secuencias de actividades que se llevarán a cabo para plantear hipótesis y elucidarlas, destacando la importancia de la observación atenta de fenómenos naturales comunes, como las sombras de los objetos y los eclipses lunares, asociada a la aplicación de principios geométricos y físicos simples y una actitud investigativa que lleva a la obtención de resultados notables, como las dimensiones de la Tierra y de la Luna. La propuesta representa un primer paso en el desarrollo de un proyecto de enseñanza más amplio sobre el tema de las dimensiones del Universo, que objetiva promover una concientización de los estudiantes con respecto al Universo y a nuestra posición dentro de él.

Palabras clave: Educación en Astronomía; Enseñanza por investigación; Tierra; Luna; Eratóstenes; Aristarco.

¹ Secretaria de Estado da Educação, Espírito Santo, Brasil. E-mail: prof.siry@gmail.com.

² Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, Brasil. E-mail: sergiobisch@gmail.com.

WHICH IS THE SIZE OF THE UNIVERSE? A PROPOSAL OF INQUIRY TEACHING SEQUENCE ON THE METHODS OF ERATOSTHENES AND ARISTARCHUS TO MEASURE THE EARTH AND MOON SIZES

Abstract: The paper presents a proposal of inquiry teaching sequence for Basic Education on the determination of the sizes of the Earth and the Moon, following in the footsteps of Eratosthenes and Aristarchus of Samos, in an approach that seeks to explore the historical and interdisciplinary aspects involved in the development of the theme. Open questions and problems to be presented to students are indicated and suggested sequences of activities to be carried out in order to raise hypotheses and solve them, highlighting the importance of observing common natural phenomena, such as object shadows and lunar eclipses, associated to the application of simple geometric and physical principles and an investigative attitude leading to remarkable results, such as the dimensions of the Earth and the Moon. The proposal represents a first step in the development of a wider teaching project on the theme of the dimensions of the universe, which aims promote an awareness of students about the Universe and our position within it.

Keywords: Astronomy Education; Inquiry teaching; Earth; Moon; Eratosthenes; Aristarchus.

1 Introdução

A abordagem de temas e conteúdos de Astronomia na Educação Básica, associada à área das Ciências da Natureza, vem sendo fortemente recomendada pelas diretrizes curriculares nacionais, como os PCN (BRASIL, 1998), desde o final da década de 1990, e na atual BNCC (BRASIL, 2017). Segundo essas diretrizes, o tema “Terra e Universo” deve ser um dos quatro eixos temáticos (PCN) ou uma das três unidades temáticas (BNCC) a partir dos quais se deve desenvolver o ensino das Ciências no Ensino Fundamental, e também no Ensino Médio.

Dentre os objetivos do ensino de Astronomia na Educação Básica, sem dúvida, um dos mais importantes é o de conscientizar os estudantes quanto à imensidão do Universo e sobre nossa posição dentro dele, situando-os no tempo e no espaço em grande escala. Segundo um dos grandes projetos internacionais na área da Educação em Astronomia (UNIVERSE AWARENESS, 2018), essa conscientização acerca do Universo propicia uma perspectiva especial que pode ajudar a ampliar a visão de mundo e estimular um importante senso de cidadania e tolerância globais nas crianças e jovens.

Nesse sentido, de uma tomada de consciência com relação ao Universo em que vivemos e suas dimensões, um tema muito relevante e desafiador a ser trabalhado na Educação Básica pode ser sintetizado na busca de resposta à questão geral, que serve de título ao presente artigo:

- *Qual é o tamanho do Universo?*

A investigação dessa questão tem o mérito de poder tirar grande proveito da interdisciplinaridade típica da Astronomia, abordando os aspectos históricos envolvidos na longa jornada em busca de seu esclarecimento, que remonta aos estudiosos da Antiguidade que realizaram algumas das primeiras estimativas das dimensões e distâncias dos astros mais próximos e relevantes para nós – a Terra, o Sol e a Lua –, e segue até as estimativas mais atuais de distâncias até os objetos mais longínquos do Universo observável, como os quasares, por meio de seu *redshift*.

No presente artigo, como um primeiro passo, apresentamos como a investigação e discussão dessa questão geral, acerca do tamanho do Universo, pode ser feita em sala de aula por meio de uma abordagem interdisciplinar, histórica e investigativa. Buscamos mostrar como os antigos “filósofos da natureza”, Eratóstenes e Aristarco de Samos, utilizando apenas uma observação atenta da natureza e aplicando princípios matemáticos e físicos básicos, foram capazes de obter resultados extraordinários, conseguindo determinar o tamanho da Terra e a proporção de tamanhos entre a Terra e a Lua apenas observando sombras, no primeiro caso, e eclipses lunares, no segundo.

Devido ao fato de os instrumentos de medida e meios disponíveis na Antiguidade serem bastante rudimentares e imprecisos, alguns dos valores por eles obtidos se acham distantes dos atualmente aceitos. Contudo, os raciocínios matemáticos e físicos utilizados por estes cientistas da Antiguidade são perfeitos e ilustram bem como a inteligência humana, associada à observação atenta de fenômenos naturais, pode ser empregada para obter resultados notáveis em termos de conhecimento acerca da natureza que nos cerca, e que isso já era feito há milênios. Isso mostra que podemos estabelecer pontes entre conhecimentos que podemos construir hoje em dia, em sala de aula, e o que já era construído por nossos ancestrais na Antiguidade, mostrando uma semelhança e continuidade na curiosidade e busca de respostas acerca do Universo que compartilhamos com nossos ancestrais, que pode propiciar uma sensação de pertencimento e comunhão com a humanidade, importante na formação dos jovens.

Essa abordagem temática e investigativa, acerca das dimensões do Universo, se bem conduzida, pode servir de estímulo e motivação adicional para os estudantes no estudo e aprendizagem dos conceitos matemáticos e físicos envolvidos e no desenvolvimento de atitudes e procedimentos tipicamente científicos, como a argumentação, pesquisa, proposição e teste de hipóteses.

Nesse sentido, julgamos que a busca de resposta à questão geral, sobre o tamanho do Universo, e seu desdobramento em questões a ela associadas – como a das dimensões da Terra e da Lua, abordadas no presente artigo –, pode ser proposta a estudantes da Educação Básica de maneira adequada e com bons resultados em termos de aprendizagem mediante uma metodologia de ensino por investigação (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2013, 2018), a qual tem sempre como ponto de partida à apresentação de um problema a ser investigado e resolvido.

Na seção a seguir, descrevemos, em linhas gerais, as características dessa metodologia de ensino e, nas seguintes, como ela poderá ser aplicada ao estudo das dimensões da Terra e da Lua e dos métodos históricos usados por Eratóstenes e Aristarco para determiná-las. Acreditamos que a proposta que apresentamos pode ser aplicada a turmas do Ensino Médio ou dos anos finais do Ensino Fundamental, 8º ou 9º anos, onde, na área de Ciências, segundo a BNCC (BRASIL, 2017), devem ser trabalhados os temas: Sistema Sol, Terra e Lua; composição, estrutura e localização do Sistema Solar no Universo e Astronomia e Cultura.

2 Ensino por Investigação

A realização de atividades investigativas no âmbito da educação científica tem sido proposta e defendida desde o século XIX, mas tem recebido destaque nas pesquisas em ensino de ciências apenas mais recentemente, sendo que muitos trabalhos enfatizam a diversidade de significados e perspectivas relacionadas a essa abordagem (STRIEDER; WATANABE, 2018, p. 820). Segundo Zômpero e Laburú (2011, p. 68): “Existem muitos pesquisadores que trabalham nessa área e apresentam diferentes abordagens para o ensino investigativo”. Neste trabalho, nos referiremos a essa metodologia na perspectiva que é sintetizada por Carvalho (2018), segundo a qual:

[...] a diretriz principal de uma atividade investigativa é o cuidado do(a) professor(a) com o *grau de liberdade intelectual dado ao aluno* e com a *elaboração do problema* [...], pois é o problema proposto que irá desencadear o raciocínio dos alunos e sem liberdade intelectual eles não terão coragem de expor seus pensamentos, seus raciocínios e suas argumentações (CARVALHO, 2018, p. 767).

Nesse sentido, inspirados nesta metodologia, buscaremos indicar, neste artigo, como pode se dar a elaboração do problema a ser proposto pelo professor acerca da determinação das dimensões da Terra e da Lua, tendo como referência os métodos utilizados por Eratóstenes e Aristarco.

Segundo a metodologia do ensino por investigação, o professor, em vez de um expositor, deverá desempenhar um papel de elaborador, mediador e debatedor de questões que orientarão seus alunos na construção de conhecimentos.

A liberdade intelectual dada aos alunos, por sua vez, significa que devem ser criadas condições, em sala de aula, para que os alunos possam participar de maneira ativa, argumentando e apresentando suas ideias, sem medo de errar (CARVALHO, 2018). Após a apresentação do problema a ser investigado, deve-se abrir espaço para uma discussão e formulação de hipóteses pelos próprios estudantes, a partir de suas concepções iniciais.

Carvalho (2013) indica quatro etapas a serem seguidas pelo professor e alunos no desenvolvimento de uma atividade de ensino por investigação: uma etapa inicial de proposição do problema pelo professor (com a eventual distribuição de material, no caso de um problema experimental, ou de textos de subsídio, no caso de uma questão teórica); uma etapa de resolução do problema pelos alunos, em pequenos grupos, durante a qual o papel do professor deverá ser o de apenas verificar se os alunos entenderam o problema proposto, deixando-os livres para trabalhar, expor e debater suas ideias com os demais integrantes do grupo; uma etapa de sistematização dos conhecimentos elaborados pelos grupos, na qual o professor terá um papel central de questionador, mediador e coordenador de um debate sobre as resoluções do problema propostas pelos grupos, envolvendo todos os alunos, objetivando a exploração e uso de argumentação científica e uma sistematização coletiva do conhecimento; por fim, uma etapa de escrever e desenhar, a ser desenvolvida individualmente pelos alunos, objetivando uma sistematização do conhecimento por meio da redação de respostas individuais ao problema proposto, que complemente a aprendizagem social das etapas anteriores, em que o aluno dialogou com seus pares e com o professor.

A etapa de busca de resolução do problema pelos alunos em pequenos grupos, para debate e troca de ideias entre eles, é indicada por Carvalho com base em Vygotsky (1989) e seu conceito de *zona de desenvolvimento proximal*. Segundo a autora, o trabalho em grupo é recomendável e sua importância pode ser compreendida, pois:

Com o conceito de zona de desenvolvimento proximal podemos entender o porquê os alunos se sentem bem nesta atividade: estando todos dentro da mesma zona de desenvolvimento real é muito mais fácil o entendimento entre eles, às vezes mais fácil mesmo do que entender o professor. Além disso, como mostra o conceito, os alunos têm condições de se desenvolver potencialmente em termos de conhecimento e habilidades com a orientação de seus colegas (CARVALHO, 2013, p. 5).

Caberá ao professor, na terceira etapa, desempenhar o papel de mediador e debatedor de eventuais soluções inicialmente levantadas pelos estudantes, provocar e encaminhar a discussão, sem dar respostas prontas, buscando estimular o uso de argumentação científica e conduzir a discussão a uma síntese que revele a visão científica a respeito do problema abordado, eventualmente complementando o estudo com novas fontes, ferramentas ou mesmo novos problemas, cuja investigação auxilie a aprofundar a compreensão e aprendizagem acerca do conteúdo abordado.

Carvalho (2013) efetivamente indica que, após as etapas de apresentação e discussão coletiva do problema, pôde ser realizada a leitura de um texto de sistematização do conhecimento, que serviria para revisar o processo da resolução do problema e os principais conceitos e ideias surgidos, ou a realização de atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo, que podem ser pensadas como atividades complementares à abordagem do problema de acordo com etapas anteriormente citadas.

Nas duas seções a seguir, uma sobre a determinação do tamanho da Terra, a outra, do tamanho da Lua, são indicadas sugestões de como o professor pode propor o problema da determinação de suas dimensões e conduzir sua discussão com base na metodologia de ensino por investigação.

O título de cada uma delas se inicia com uma primeira pergunta, bastante objetiva acerca do tamanho do astro (Terra ou Lua), seguida de uma segunda pergunta, onde é dada uma pista acerca do caminho utilizado por Eratóstenes, no caso da Terra, e por Aristarco, no caso da Lua, para conseguir responder à pergunta inicial, acerca do tamanho do astro.

Nisso fica implícita uma sugestão de encaminhamento da problematização, ou seja, de elaboração do problema: inicialmente pode se formular apenas a primeira pergunta aos estudantes, verificando como eles tentam respondê-la, partindo de seus conhecimentos prévios, promovendo uma discussão inicial da questão entre eles, para depois, com a segunda pergunta, dar uma pista de como o problema foi resolvido por um dos filósofos naturais da Antiguidade, possibilitando um aprofundamento do debate.

Muito provavelmente, ao fazer apenas a primeira pergunta do título da seção, acerca do tamanho do astro, possivelmente as hipóteses e soluções levantadas pelos estudantes envolverão instrumentos e/ou técnicas modernas, como, p. ex., observações e medidas feitas com satélites, telescópios, ou outros instrumentos atuais. Caberá, então, ao professor, antes de formular a segunda pergunta, propor um desafio, solicitando aos estudantes que se coloquem no lugar de pessoas que viviam na Antiguidade, que não

tenham quaisquer dos instrumentos modernos, e imaginar por meio de que método seria, então, possível responder à questão proposta.

Após um tempo para reflexão e discussão dos estudantes entre si, em pequenos grupos, deve-se apresentar a segunda pergunta, na qual já vem embutida uma dica acerca do caminho seguido por um dos antigos filósofos para resolver o problema. Após a discussão em pequenos grupos, caberá ao professor, então, debater como toda a turma eventuais soluções inicialmente levantadas pelos grupos de estudantes, provocar e encaminhar a discussão, sem dar respostas prontas. Após esse momento, podem-se apresentar materiais ou propor atividades que irão complementar e subsidiar o debate, promovendo um aprofundamento e revisão no conteúdo abordado e a elaboração de uma síntese da solução do problema.

Alguns desses materiais e atividades já foram utilizados em um projeto piloto, associado ao desenvolvimento de um projeto de mestrado profissional realizada junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física da UFES (FERREIRA, 2018). A proposta aqui apresentada já busca incorporar alguns aperfeiçoamentos baseados nessa aplicação piloto.

Em futuros trabalhos, pretendemos abordar métodos utilizados para a determinação não dos tamanhos, mas das distâncias aos objetos, seguindo uma ordem do mais próximo ao mais distante, iniciando pela nossa vizinhança cósmica mais imediata e notável: a Terra, a Lua e o Sol, seguindo os passos de Aristarco de Samos, até os objetos astronômicos mais distantes, como as estrelas e galáxias. Ordem que também seguirá uma sequência histórica com que as primeiras estimativas dessas distâncias foram obtidas.

3 Qual é o tamanho da Terra? Seria possível medir esse tamanho observando sombras?

A abordagem do tema pode começar com a apresentação da primeira pergunta que dá título a esta seção: “Qual é o tamanho da Terra?”. Contudo, dado o contexto atual onde, por meio da *internet* e suas redes sociais, surpreendentemente e notoriamente, se faz presente e vem se propagando a concepção *fake* de que a Terra é plana, sugerimos fortemente iniciar a elaboração do problema por uma questão ligada a conhecimentos prévios que, se espera, os alunos já dominem e que são necessários para se poder abordar a questão do tamanho da Terra. A pergunta é:

- *Qual é a forma da Terra?*

Em resposta a esta pergunta, muito provavelmente vários estudantes, embora acreditando que a Terra seja esférica, irão se referir ao fato de já terem ouvido falar, ou visto na *internet* que existem muitos “terraplanistas”, ou seja, defensores da ideia de uma Terra plana.

Se isso acontecer, será uma ótima oportunidade de ampliar a problematização do tema e sua investigação, pedindo a eles que, além de se referirem a fotos de nosso planeta obtidas do espaço, apresentem bons argumentos, baseados em observações que podem ser feitas a partir da superfície da Terra, que indiquem que, contrariamente ao que nossos sentidos parecem revelar, numa concepção mais realista ingênua (BISCH, 1998, p. 13-14), a Terra não é plana, mas esférica. Será uma excelente oportunidade de

o professor, durante essa discussão, já se referir aos antigos filósofos da natureza e apresentar os três argumentos que eram utilizados por Aristóteles (MARTINS, 1994, p. 74-75) a favor da concepção de uma Terra esférica:

1. O fato de a parte inferior dos navios desaparecer primeiro no horizonte que as partes mais altas, à medida que eles se afastam em direção ao horizonte, no mar, qualquer que seja esta direção;

2. Quando um observador viaja para o sul, indo p. ex., da Grécia para a África, começam a se observar novas estrelas ao sul, não visíveis da Grécia, devido à mudança do plano do horizonte, que é sempre tangente à superfície esférica da Terra;

3. Durante os eclipses lunares, a sombra projetada pela Terra sobre a Lua, em todos os eclipses lunares, sempre é circular, portanto, como a única forma geométrica que sempre produz uma sombra circular é a esfera, conclui-se que esta é a forma da Terra.

Após essa primeira problematização e discussão sobre a forma da Terra, pode-se, então, apresentar a questão:

- *Qual é o tamanho da Terra?*

Talvez alguns alunos apresentem alguma resposta quantitativa e, nesse momento, o professor poderá conduzir a discussão para esclarecer sobre as unidades de medida a serem utilizadas e as dimensões em termos das quais se pode exprimir e caracterizar o tamanho de um objeto: dimensões lineares, como o raio, diâmetro ou circunferência da esfera; dimensões superficiais, como a superfície de uma esfera; ou volumétricas, como o volume de uma esfera, esclarecendo que, no caso de uma esfera – a forma geométrica mais simétrica que existe –, todas essas dimensões se acham relacionadas e podem ser expressas em termos, unicamente, do raio R da esfera. Em especial, será interessante lembrar que o comprimento C de uma circunferência é dado pela expressão: $C = 2\pi R$, que deverá ser utilizada na discussão que se seguirá, ligada ao método de Eratóstenes de determinação do tamanho da Terra.

Após, deve se apresentar o que é a questão central a ser investigada nesta parte:

- *Como seria possível medir o tamanho da Terra?*

Esclarecendo que é para tentar descobrir como isso poderia ser feito sem sair da superfície da Terra, e que, na Antiguidade, isso já foi feito, sendo considerado, por muitos historiadores da ciência, como um dos dez mais importantes experimentos científicos da história (PEREIRA, 2006).

Nesse momento, se sugere que a turma seja dividida em grupos para trocar ideias e tentar responder à questão proposta. Formados os grupos, pode se esperar alguns minutos para que eles troquem algumas ideias iniciais e propor a eles, como desafio, tentar responder à segunda pergunta que está no título desta seção:

- *Seria possível medir o tamanho da Terra observando sombras?*

Uma atividade interessante a ser realizada, neste momento, seria a que é feita com um modelo que utiliza uma bola de isopor para representar a Terra e uma lâmpada para representar o Sol. Um palito de churrasco furando a bola de isopor pode ser usado para representar o eixo de rotação da Terra. Esse modelo é extremamente útil para simular vários fenômenos astronômicos básicos, como os dias e noites, estações do ano,

fases da Lua e eclipses, conforme indicado, por exemplo, por Canalle (1999). No presente caso, o interessante seria espetar vários palitos radialmente ao longo de um mesmo meridiano terrestre, iluminar o modelo com a lâmpada e verificar como o tamanho da sombra dos palitos irá variar ao longo do meridiano, simulando, assim, o que acontece com as sombras de hastes verticais em diferentes latitudes na superfície da Terra. Se poderia, então, questionar:

- *De que depende essa variação da sombra ao longo de um mesmo meridiano?*
- *Ela tem alguma relação com a curvatura da superfície da esfera?*
- *Se a superfície fosse plana e a fonte de luz distante, haveria essa mesma variação?*

As duas últimas perguntas ajudam a responder a primeira. Seria interessante que fosse dado um tempo para verificar se os alunos, por meio de colaboração e diálogo, conseguem chegar, eles próprios, a essas ideias, para posterior discussão mediada pelo professor.

Outra atividade interessantíssima, mas que demandaria maior preparação, seria trabalhar ao ar livre com um globo terrestre com eixo orientado paralelamente ao eixo de rotação da Terra, com diversas pequenas hastes espetadas radialmente, conforme feito por Gangui (2014), como indicado na Figura 1.



Figura 1 - Globo terrestre com eixo orientado paralelamente ao eixo terrestre, num local situado no hemisfério norte. Hastes em posições radiais (verticais em relação ao globo) apresentam diferentes sombras em diferentes pontos da superfície do globo.

Fonte: Gangui (2014, p. 85).

Após algum tempo para troca de ideias e levantamento de hipóteses e explicações entre os participantes de cada grupo, como forma de subsídio à discussão e à investigação a ser feita, deve-se repassar um texto sobre Eratóstenes e o método por meio do qual, mediante a observação de sombras, ele conseguiu, pela primeira vez na história da humanidade, medir a circunferência da Terra.

A seguir segue um texto, elaborado pelos autores do presente artigo, sobre o tema, mas textos semelhantes podem ser encontrados em Pereira (2006), ou em outras

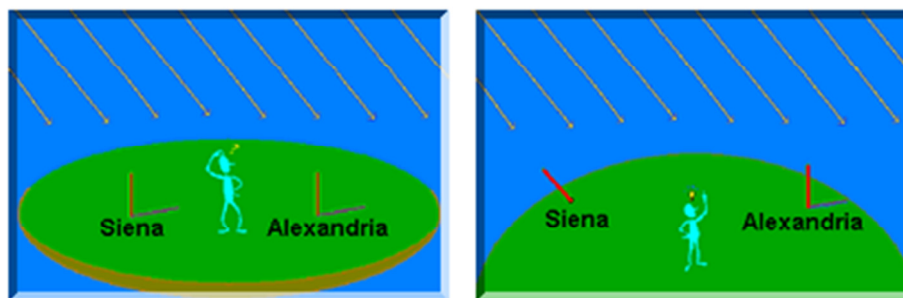
boas referências indicadas no site do projeto Eratóstenes Brasil³, como o artigo de Langhi (2017).

O Método de Eratóstenes

O grego Eratóstenes de Cirene (276 a.C. - 194 a.C.) foi quem realizou a proeza de medir o perímetro da circunferência terrestre. Ele nasceu em Cirene, colônia grega no norte da África, e veio a falecer em Alexandria, no Egito. Durante a maior parte de sua vida, foi bibliotecário chefe da famosa Biblioteca de Alexandria, e foi lá que ele encontrou, num velho papiro, indicações de que, ao meio-dia, no dia do solstício de verão do hemisfério norte⁴, na cidade de Assuã, ou Syene, em grego, situada ao sul de Alexandria, um poço era iluminado até o fundo, indicando que os raios solares estavam incidindo perpendicularmente a uma superfície horizontal, não produzindo sombra. Em compensação, em Alexandria, a sombra de um obelisco, observada neste mesmo dia de solstício, ao meio-dia, indicava que o Sol não se encontrava bem na vertical, mas sim formava um certo ângulo com a vertical. Cabe então se perguntar:

- O que poderia explicar essa diferença?

É possível perceber que isso ocorre devido à curvatura da superfície terrestre: considerando que o Sol se encontra muito longe da Terra e que, portanto, seus raios chegam praticamente paralelos à superfície de nosso planeta, se a Terra fosse plana, essa diferença não deveria existir, o ângulo entre a direção do Sol e a vertical local deveria ser o mesmo nos dois locais (Figura 2, imagem à esquerda). Contudo, sendo a Terra esférica, é de se esperar essa diferença (Figura 2, imagem à direita). Aliás, esse comportamento das sombras, variando de tamanho em diferentes localidades da Terra situadas no mesmo meridiano, mas em diferentes latitudes, pode ser considerado mais uma forte evidência de que a Terra é esférica⁵.



— Se o mundo é plano como uma mesa, então as sombras das varetas têm de ser iguais. E se isto não acontece é porque a Terra deve ser curva!

Figura 2 - Os raios solares incidem paralelos, devido à grande distância do Sol à Terra. Se a Terra fosse plana, as sombras teriam o mesmo tamanho. Como ela é esférica, se produz uma diferença no tamanho das sombras.

Fonte: Costa (2018).

³ Disponível em: <https://sites.google.com/site/projetoerato/>.

⁴ Dia em que o Sol se encontra mais ao norte em sua trajetória anual na esfera celeste, ou seja, na sua trajetória com relação às estrelas vista por observadores situados na Terra, ao longo da linha da eclíptica.

⁵ Esse pode ser considerado um quarto argumento, conhecido desde a Antiguidade, a favor da concepção de uma Terra esférica, que pode ser acrescentado aos três apresentados por Aristóteles, citados no início desta seção.

Eratóstenes percebeu que, quanto mais curva fosse a superfície da Terra, maior seria a sombra do obelisco em Alexandria no dia em que não era produzida sombra no fundo do poço em Assuã, ao sul, e maior seria o ângulo entre a vertical local e a direção do Sol em Alexandria, e que, portanto, medindo o ângulo, seria possível estimar a circunferência da Terra. Fazendo a medida desse ângulo, Eratóstenes obteve, aproximadamente, $7^{\circ} 12'$. Se o obelisco em Alexandria e o poço em Siena estão na vertical em cada um destes locais, dá para se imaginar que, prolongando essas direções, elas irão se encontrar no centro da Terra, conforme indicado na Figura 3.

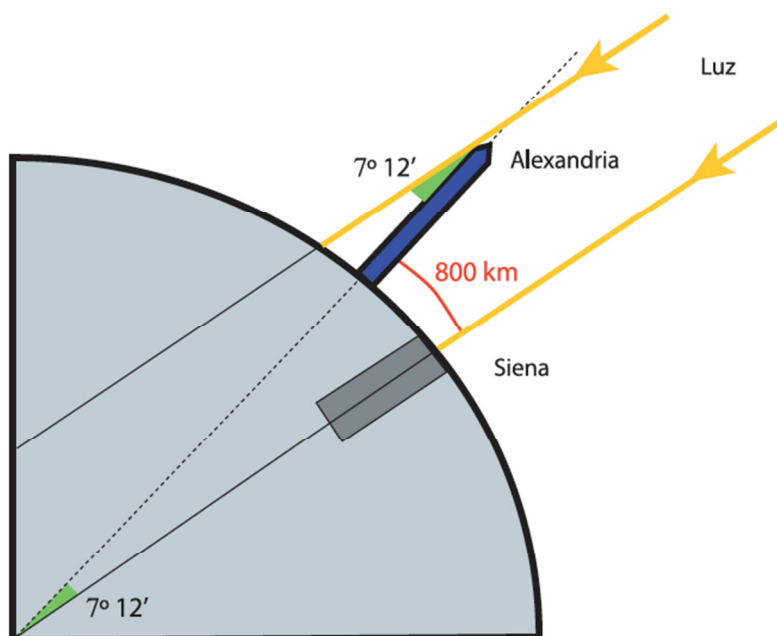


Figura 3 - Diagrama indicando os dados e geometria utilizados por Eratóstenes para medir a circunferência da Terra.
Fonte: Picazzio (2011, p. 81).

O ângulo, de $7^{\circ} 12'$, entre a direção do Sol e a vertical em Alexandria, terá o mesmo valor que o ângulo formado pelas duas verticais ao se encontrarem no centro da Terra, já que eles são ângulos alternos internos, sendo, as retas paralelas, as direções dos raios de luz do Sol (Figura 3). Esse ângulo de $7^{\circ} 12' = 7,2^{\circ}$ corresponde a $1/50$ da circunferência completa (360°), e o arco delimitado por esse ângulo, na superfície da Terra, corresponde à distância entre Assuã à Alexandria. Por proporção simples, Eratóstenes pode, então, encontrar o valor da circunferência C da Terra, já que conhecia a distância entre Assuã e Alexandria, que era de 5.000 estádios, que equivalem a 800 Km. O valor por ele então encontrado, 40.000 Km (veja o cálculo abaixo), está muito próximo do resultado que conhecemos hoje.

$$\frac{7,2^{\circ}}{800\text{Km}} = \frac{360^{\circ}}{C} \Rightarrow C = 40.000 \text{ Km}$$

Contudo, chegar a um valor em quilômetros da circunferência da Terra, a partir das estimativas de Eratóstenes, envolve alguns problemas: o valor de 5 mil estádios e o valor de $7,2^{\circ}$ eram visivelmente arredondados, e a conversão de estádios em quilômetros um tanto incerta, pois é difícil descobrir o verdadeiro valor que Eratóstenes

atribuiu ao estádio (VERDET, 1991; PEREIRA, 2006). Porém, a beleza do cálculo nos leva a reconhecer a elegância do raciocínio de Eratóstenes. Chama a nossa atenção a inteligência e o conhecimento dos antigos gregos sobre Geometria, a qual eles usavam para fazer brilhantes aplicações práticas como essa.

Após a leitura e discussão do texto anterior, ou equivalente, nos grupos de alunos, cabe ao professor conduzir um debate que busque esclarecer eventuais dúvidas dos estudantes, quanto a conceitos ou cálculos abordados no texto, destacar que, a partir da medida da circunferência da Terra, também se pode determinar o valor do seu raio ($C = 2\pi R$), e concluir o trabalho efetuando uma síntese que ressalte como a observação atenta da natureza, de algo tão corriqueiro como as sombras dos objetos, aliada à aplicação de um raciocínio geométrico, numa atitude tipicamente científica, permitiram que Eratóstenes chegasse a um resultado extraordinário: a determinação do tamanho da Terra.

4 Qual é o tamanho da Lua? Seria possível determinar esse tamanho observando eclipses?

Outro fato notável que ilustra, mais uma vez, a inteligência dos antigos filósofos da natureza e sua atitude, exemplarmente científica, de observação atenta da natureza e aplicação de princípios racionais para compreendê-la, foi a determinação da proporção de tamanhos entre a Terra e a Lua feita por Aristarco de Samos (310a.C.-230a.C.), famoso por ter sido, aparentemente, o primeiro sábio a propor e defender um modelo heliocêntrico de Universo, quase dois mil anos antes de Copérnico.

A elaboração do problema pode começar por uma pergunta bem básica e simples:

- A Lua é maior ou menor do que a Terra?

Feita essa pergunta em sala de aula, possivelmente a maioria dos estudantes responderá, corretamente, que ela é menor que a Terra, mas valerá a pena insistir e incentivar uma atitude investigativa, perguntando:

- Como seria possível chegar a essa conclusão?

- Que evidências existem que poderiam demonstrar esse fato, mesmo sem o auxílio de instrumentos, com base apenas na observação direta de fenômenos naturais?

Após ouvir e debater eventuais respostas dos alunos, sugerimos fazer uma breve abordagem do tema eclipse lunar, de preferência mostrando uma foto da Lua durante um eclipse lunar em um instante em que a Lua estivesse parcialmente imersa no cone de sombra da Terra, como na Figura 4:



Figura 4 - Foto da Lua durante um eclipse lunar num instante em que ela está apenas parcialmente oculta pela sombra da Terra.

Fonte: Espenak (2018).

Na imagem é possível perceber, nitidamente que o diâmetro da sombra da Terra, projetada sobre a Lua, é bem maior que o diâmetro da própria Lua. Conclusão: como o Sol está bem distante e seus raios chegam praticamente paralelos à Terra, o cone de sombra projetado pela Terra sobre a Lua deve ter um diâmetro (da seção reta do cone) que é aproximadamente igual ao da própria Terra, ou seja, pelo tamanho da sua sombra projetada sobre a Lua durante um eclipse, como podemos ver na imagem da Figura 4, a Terra é, de fato, maior que a Lua!

Nesse instante, é interessante que o professor faça uma exposição detalhando melhor a geometria de um eclipse lunar. Para tanto, é possível utilizar uma imagem esquemática, como a indicada na Figura 5, lembrando que ela não é, de forma alguma, fiel à proporção real de tamanhos e distâncias existentes entre a Terra, o Sol e a Lua, mas apenas um esquema simplificado para compreensão da geometria do eclipse.

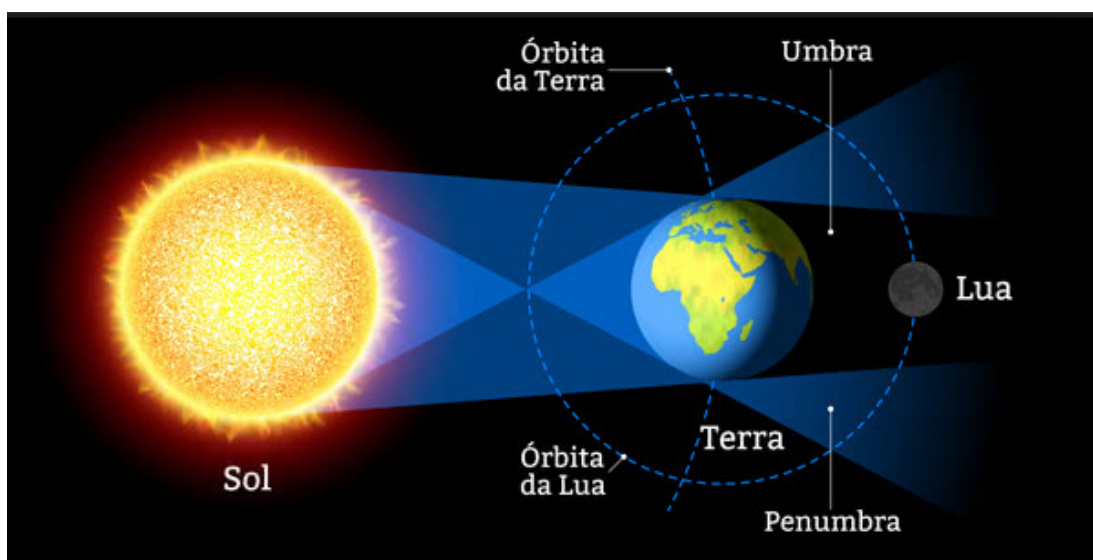


Figura 5 - Diagrama que ilustra como poderia ser feita uma comparação de tamanhos entre a Terra e Lua durante a ocorrência de um eclipse lunar: o diâmetro da Terra seria semelhante ao diâmetro da sombra que ela projeta sobre a Lua durante o eclipse.

Fonte: Gouveia (2018).

Nessa imagem será importante esclarecer os conceitos de umbra e penumbra. A umbra (ou sombra) seria a região na qual, para um observador situado em um ponto de seu interior, o Sol ficaria totalmente encoberto pela Terra; a penumbra seria a região na qual, para um observador situado em um ponto de seu interior, o Sol ficaria apenas parcialmente encoberto pela Terra.

Após essas explicações, a investigação poderia prosseguir um passo a mais, propondo-se a seguinte questão:

- *Seria possível fazer uma estimativa da proporção de tamanhos entre a Terra e a Lua a partir da observação de um eclipse?*

Nesse momento seria interessante a formação de grupos para que os alunos debatessem entre eles como isso poderia ser feito.

Uma primeira solução, simples e direta, com base em uma imagem semelhante à da Figura 4, seria simplesmente esboçar, sobre uma folha onde esta imagem estivesse impressa, o resto do contorno do cone de sombra da Terra, medir então o diâmetro da circunferência esboçada e compará-lo com o diâmetro da própria Lua, que poderia ser medido nesta mesma imagem. O professor, inclusive, poderia distribuir para os grupos de alunos folhas com imagens semelhantes às da Figura 4, para que eles próprios desenhassem o contorno da sombra da Terra, medissem com régua o seu diâmetro e o da Lua. Se poderia, inclusive, comparar os valores medidos pelos diferentes grupos e calcular uma média dos resultados obtidos. Por fim, assumindo que o diâmetro da sombra é aproximadamente igual ao diâmetro da Terra, dividindo o valor do diâmetro da sombra pelo da Lua, se teria, então, uma estimativa da proporção de tamanhos entre a Terra e a Lua.

Outra solução, um pouco mais elaborada e aplicando princípios físicos – e que parece ter sido a utilizada por Aristarco, que não dispunha de câmera fotográfica – valeria muito a pena ser levantada e discutida com os alunos. É uma solução que usa o tempo para medir o espaço: considerando que tanto o movimento da Terra em torno do Sol como o da Lua em torno da Terra são, com boa aproximação, uniformes, a velocidade (relativa) com que a Lua estaria cruzando o cone de sombra da Terra (que também estaria se movendo no espaço) durante um eclipse, também seria uniforme. Portanto, relembrando e aplicando conhecimentos de Física básica, no caso de um movimento uniforme, há uma proporção direta entre a distância d percorrida e o tempo t gasto para percorrê-la:

$$d = v.t$$

onde a constante de proporcionalidade v é o valor da velocidade com que a Lua se move com relação à sombra.

Portanto, se, durante um eclipse total da Lua em que ela cruze a sombra da Terra diametralmente⁶, for medido o tempo decorrido entre o instante em que a Lua toca a sombra (umbra) da Terra, até penetrar nela totalmente, percorrendo uma distância de um diâmetro lunar com relação ao cone de sombra, e o tempo que, a partir daí, ela levaria até sair completamente da sombra da Terra, percorrendo uma distância correspondente ao diâmetro da sombra, na posição em que a Lua se encontra, estes

⁶ Em muitos eclipses lunares, a Lua apenas tangencia o cone de sombra, não passando pelo seu centro, ou seja, não cruza a sombra da Terra ao longo de um diâmetro, mas há alguns eclipses em que, como boa aproximação, isso ocorre.

tempos estariam na mesma proporção que a existente entre os diâmetros da Lua e o da sombra. Portanto, medindo esses tempos, pode se obter a proporção entre os tamanhos da Lua e da sombra da Terra – um excelente exemplo de aplicação de conceitos de cinemática, abordados na Educação Básica.

Aristarco parece ter seguido esse caminho, estimando a proporção entre os diâmetros a partir da medida dos tempos e formulando a hipótese de que a largura da sombra da Terra, na posição em que a Lua se encontra, corresponderia a duas vezes o diâmetro da Lua (ARISTARCO DE SAMOS, 2016, p. 8). Se for utilizada a simplificação e aproximação que propusemos anteriormente, de que o diâmetro da sombra seria semelhante ao da Terra, seguindo a hipótese utilizada por Aristarco quanto ao tamanho desta sombra, a conclusão seria de que a Terra é duas vezes maior que a Lua. Contudo, não foi isso que Aristarco fez. Ele foi mais cuidadoso e aprimorou essa estimativa: utilizando outras cinco hipóteses relativas à Terra, ao Sol e à Lua, expostas em sua única obra que chegou até nossos dias, intitulada “Sobre os tamanhos e as distâncias do Sol e da Lua” (ARISTARCO DE SAMOS, 2006) e um elaborado raciocínio geométrico, que levava em conta o estreitamento do cone de sombra da Terra à medida que dela nos afastamos, concluiu que o diâmetro da Terra não seria apenas 2 vezes, mas sim 2,8 vezes maior que o da Lua (ARISTARCO DE SAMOS, *op. cit.*, p. 57). O valor correto dessa proporção, de acordo com dados atuais, é de 3,7 vezes. O valor obtido por Aristarco só não foi melhor devido a falhas em alguns dos valores iniciais adotados em suas hipóteses – o que é perfeitamente compreensível, já que não havia bons equipamentos de medida em sua época –, como o de que o ângulo entre a Lua e o Sol, quando a Lua se encontra em dicotomia⁷, seria de 87°, quando na verdade é cerca de 89° 51’, e de que a largura da sombra da Terra, durante um eclipse, seria duas vezes maior que o diâmetro da Lua, quando, na verdade, é um pouco mais que isso, mas o raciocínio geométrico utilizado por Aristarco foi perfeito e o resultado notável, obtendo uma estimativa da proporção de tamanhos entre a Terra e a Lua.

Oliveira, Lima e Bertuola (2016) resumem o trabalho admirável de Aristarco afirmando que:

Aristarco observou as fases da Lua e mediu os ângulos entre a Terra, a Lua e o Sol; observou os eclipses solar e lunar e mediu os tempos de ocorrência desses fenômenos. Combinou todos os dados experimentais recolhidos com algumas triangulações geométricas e obteve finalmente as distâncias absolutas da Terra à Lua e da Terra ao Sol (OLIVEIRA; LIMA; BERTUOLA, 2016, p. 2304-2).

Uma ressalva a ser feita com relação a afirmação desses autores é que, em verdade, os resultados obtidos por Aristarco não foram absolutos, mas relativos, ou seja, observando as fases da Lua e os eclipses, medindo ângulos e tempos, ele obteve as proporções de tamanhos e distâncias entre Sol, Terra e Lua (ARISTARCO DE SAMOS, *op. cit.*, p. 57), que poderiam ser expressos, por exemplo, em termos do diâmetro ou raio da Terra, mas não utilizou nenhuma estimativa para o tamanho da Terra de modo a obter os valores absolutos desses tamanhos e distâncias. Embora Aristarco tenha sido, aproximadamente, contemporâneo de Eratóstenes, aparentemente ele desconhecia o resultado notável obtido por este último, abordado na seção anterior deste trabalho: a medida da circunferência da Terra.

⁷ Instante em que metade da face da Lua voltada para a Terra está iluminada e a outra metade está na sombra, o que acontece nas fases de quarto crescente ou quarto minguante.

Qual é o tamanho do Universo? Uma proposta de sequência de ensino investigativo sobre os métodos de Eratóstenes e Aristarco para medir os tamanhos da Terra e da Lua

Uma atividade interessante a ser proposta e realizada com estudantes da Educação Básica, inspirada no método de Aristarco, seria utilizar as informações confiáveis sobre os tempos de duração dos eclipses atualmente disponíveis na *web*, como, por exemplo, as fornecidas pelo *NASA Eclipse Website* (NASA, 2018), e, mais uma vez, aplicando uma metodologia de ensino por investigação, propor aos estudantes que pesquem na *internet* dados sobre a duração dos eclipses lunares, e descubram como, a partir deles, usando raciocínio semelhante ao descrito anteriormente, de utilizar medidas de tempo para avaliar distâncias, seria possível determinar a proporção entre os tamanhos da Terra e da Lua.

Com efeito, consultando o site da NASA acima referido, encontramos diagramas que informam sobre todos os principais instantes de um eclipse, com precisão de segundos, conforme ilustrado na Figura 6, com dados sobre um eclipse lunar total que ocorreu em 15 de junho de 2011. Nesse eclipse, a Lua, com boa aproximação, cruzou diametralmente o cone de sombra da Terra, o que é essencial para que a estimativa acerca do diâmetro da Terra baseada no tempo que a Lua leva para cruzar o cone de sombra seja válida.

Total Lunar Eclipse of 2011 Jun 15

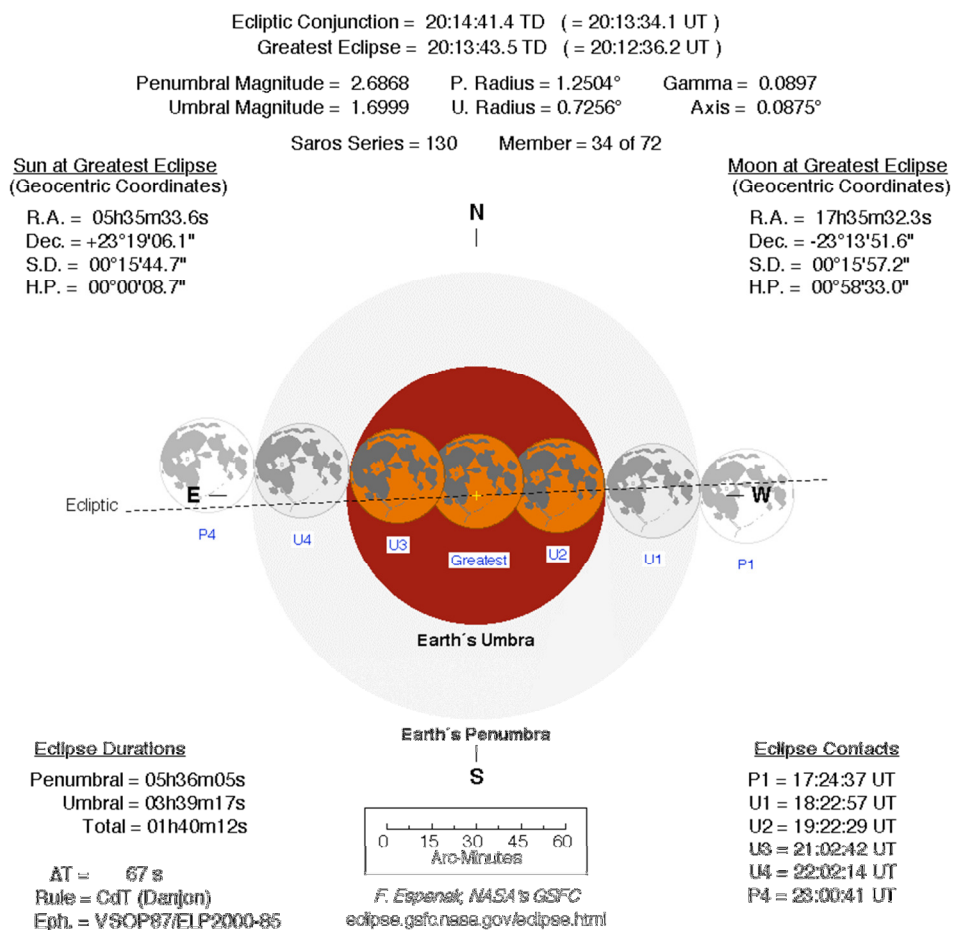


Figura 6 - Dados sobre o eclipse lunar total ocorrido em 15 de junho de 2011, informados pela NASA.

Fonte: NASA (2011).

Na tabela situada abaixo e à direita na Figura 6, se acham informados todos os instantes dos principais “contatos” da Lua com a penumbra e a umbra. Por exemplo: P1 representa o instante em que a borda (limbo) da Lua tem o primeiro contato com a penumbra, U1 o instante em que o limbo da Lua tem o primeiro contato com a penumbra, U2 quando a Lua penetra totalmente a umbra, e assim por diante, conforme indicado no diagrama representando a Lua, a penumbra e a umbra, no centro da Figura 6.

Com esses dados é possível, por exemplo, calcular o tempo que a Lua leva para penetrar na sombra (umbra) da Terra, que será a diferença entre os instantes U2 e U1, cujo resultado, usando os dados da tabela, é 59:32 (59 minutos e 32 segundos). Já o tempo que um ponto da borda da Lua leva para cruzar a umbra pode ser estimado como a diferença entre U3 e U1, dando como resultado 2:39:45 (2 horas, 39 minutos e 45 segundos). Portanto a razão entre o diâmetro da sombra da Terra e o da Lua, pode ser estimada como sendo a razão entre os tempos: $(U3 - U1) / (U2 - U1)$, cujo resultado, com três algarismos significativos é 2,68, um tanto distante da proporção real de tamanho entre os diâmetros da Terra e da Lua, que é 3,67. A diferença se explica pelo fato de o diâmetro da umbra ser, efetivamente, menor que o da Terra, pois, sendo o Sol maior do que a Terra, a sombra projetada por esta é um cone, sendo que o diâmetro de uma seção reta deste cone vai diminuindo à medida que nos afastamos da Terra.

Uma estimativa bem melhor pode ser feita considerando que o diâmetro da Terra corresponde, aproximadamente, ao de um círculo cuja borda estaria situada na metade do caminho entre a borda da umbra e a da penumbra, pois, estando o Sol muito afastado da Terra, as linhas bissetrizes dos ângulos formados pelas linhas, contidas no mesmo plano, que delimitam a umbra e a penumbra, serão, com boa aproximação, tangentes à superfície da Terra e paralelas entre si, sendo que sua intersecção com o plano onde estão representados os discos de umbra e penumbra, na Figura 6, seriam pontos situados no meio do caminho entre a borda da umbra e da penumbra, e que indicariam, com melhor aproximação, as dimensões da circunferência da Terra. É possível demonstrar, geometricamente, levando em conta a proporção real de tamanhos e a distância entre a Terra e o Sol, que essa seria uma aproximação bem melhor do que a feita anteriormente, de considerar que o diâmetro da umbra seria semelhante ao da Terra. Demonstração que pode ser proposta como mais um desafio para os estudantes mais interessados.

Mais uma vez, usando os dados indicados na Figura 6, poderemos estimar o diâmetro desse círculo, cuja borda fica na metade do caminho entre as bordas da umbra e da penumbra, usando a razão entre os tempos que a Lua leva para percorrer um diâmetro lunar (dado por U2 - U1), que é de 59:32 (59 minutos e 32 segundos), e o tempo para cruzar esse novo diâmetro, que pode ser estimado como a soma do tempo para cruzar a primeira faixa de penumbra (U1 - P1) mais o tempo para cruzar a umbra (U3 - U1), cuja soma é 3:38:05 (3 horas, 38 minutos e cinco segundos). O resultado da razão entre esses tempos, com três algarismos significativos, é 3,66. Um resultado notável, praticamente igual à proporção real entre os tamanhos dos diâmetros da Terra e da Lua, que é de 3,67.

As contas acima indicadas não são muito triviais para estudantes da Educação Básica, já que envolvem trabalhar com uma base sexagesimal (horas, minutos e segundos), mas também não apresentam dificuldade excessiva e o método pode ilustrar

muito bem um trabalho dentro de uma perspectiva de ensino por investigação, o qual, com a mediação do professor, pode ser desenvolvido pelos grupos de alunos.

Uma continuidade de estudo que seria bastante natural e interessante, se o trabalho for desenvolvido até esse ponto, de utilizar os dados do site da NASA sobre os tempos dos eclipses, seria explorar um pouco mais o referido *site* (NASA, 2018) e verificar quando ocorrerá o próximo eclipse lunar, ou solar, visível do Brasil, para que os estudantes que se interessarem, já saibam com antecedência e se preparem para assistir esse belo espetáculo natural. Todo o ano ocorrem eclipses visíveis de alguma região da Terra, sendo que, para uma localidade fixa, os lunares são muito mais frequentes que os solares. Por quê? Basta levar em conta as dimensões da Terra e da Lua e aplicar Geometria para encontrar a resposta, numa nova possível atividade de ensino por investigação. No fundo, o principal motivo para isso é o fato de a Terra ser maior que a Lua e de que, portanto, o diâmetro do cone de sombra produzido pela Terra ser maior que o produzido pela Lua a uma mesma distância, equivalente à distância média entre estes astros.

5 Considerações Finais

O objetivo do artigo foi expor uma proposta de sequência de ensino investigativo (AZEVEDO, 2004; CARVALHO, 2013, 2018) tendo como tema a determinação dos tamanhos da Terra e da Lua, inspirada nos trabalhos de antigos filósofos da natureza, Eratóstenes e Aristarco de Samos, buscando promover uma abordagem interdisciplinar, articulando Astronomia, História, Geometria e Física.

Parte da proposta e do material aqui apresentado foi aplicado, em 2016 e 2017, numa versão piloto, em escolas do Ensino Médio do estado do Espírito Santo, um particular e outra pública (FERREIRA, 2018). Durante essa aplicação foi possível verificar alguns indícios de promoção de uma aprendizagem significativa, mas também a necessidade de aperfeiçoamentos em diversos pontos. A presente sequência busca, justamente, suprir algumas dessas necessidades, como a de maior envolvimento e participação ativa dos estudantes que, no presente trabalho, buscamos viabilizar por meio da apresentação de uma proposta didática baseada na metodologia de ensino por investigação.

A proposta aqui apresentada representa uma contribuição dos autores no desenvolvimento de sequências didáticas sobre o grande tema das dimensões do Universo, que tem como objetivo geral contribuir para um ensino de Ciências para a Educação Básica que inclua a promoção de uma maior consciência dos estudantes com relação ao nosso planeta e à nossa posição no espaço e no tempo em grande escala, que contribua para sua formação e atuação como cidadãos, o que, consideramos, é um dos grandes objetivos da Educação em Astronomia. A intenção é que a presente proposta de sequência didática seja complementada por outras, ainda em desenvolvimento, abordando a mesma questão geral: “Qual é o tamanho do Universo?”, tendo como tema a determinação das distâncias até os astros, dos mais próximos até os mais distantes.

Agradecimentos

Aos estudantes do Ensino Médio do Centro Educacional Charles Darwin de Guarapari, ES, e do Centro Estadual do Ensino Médio em Tempo Integral São Pedro, Vitória, ES, pela participação nos projetos que desenvolvemos nestas escolas, que serviram de base e inspiração para o presente trabalho.

Aos professores Thiago Pereira da Silva e Vinícius Zamprogno Mota, pela participação nesses projetos pilotos e terem cedido gentilmente suas aulas para sua aplicação.

Referências

ARISTARCO DE SAMOS. **Sobre os tamanhos e as distâncias do Sol e da Lua.**

Traduzido e editado por Rubens E. G. Machado. Santiago: 2016. Disponível em: <https://archive.org/search.php?query=Aristarco%20de%20Samos>. Acesso em: 07 nov. 2018.

AZEVEDO, M. C. P. S. Ensino por investigação: problematizando as atividades em sala de aula. In: Carvalho, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo a Pesquisa e a Prática.** São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 19-33.

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental:** natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. 1998. 301 p. Tese (Doutorado em Educação) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998. Disponível em: www.btdea.ufscar.br/teses-e-dissertacoes/astronomia-no-ensino-fundamental-natureza-e-conteudo-do-conhecimento-de-estudantes-e-professores. Acesso em 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (5ª a 8ª Série).** Brasília: MEC/SEF, 1998. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em 30 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/SEB, 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em 30 nov. 2018.

CANALLE, J. B. G. Explicando Astronomia básica com uma bola de isopor. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 16, n. 3, p. 314-331, 1999.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 765-794, 2018.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 1-20.

COSTA, J. R. V. **Eratóstenes e a circunferência da Terra**. 2020. Disponível em: www.zenite.nu/eratostenes-e-a-circunferencia-da-terra. Acesso em: 27 nov. 2018.

ESPENAK, F. **TLE2000Jan**. Disponível em: www.mreclipse.com/LEphoto/TLE2000Jan/image/TLE2000-22w.JPG. Acesso em: 27 nov. 2018.

FERREIRA, C. A. **Medidas de Distância em Astronomia**: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o Ensino Médio. 2018. Dissertação (Mestrado Profissional) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Física, Centro de Ciências Exatas, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2018.

GANGUI, A. Liberar al globo terráqueo. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 17, p. 67-90, 2014.

GOUVEIA, R. **Eclipse Lunar**: como acontece o Eclipse Lunar?. Disponível em: www.todamateria.com.br/eclipse-lunar. Acesso em: 27 nov. 2018.

LANGHI, R. Projeto Eratóstenes Brasil: autonomia docente em atividades experimentais de Astronomia. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 34, n. 1, p. 6-46, 2017.

MARTINS, R. A. **O Universo**: teorias sobre sua origem e evolução. São Paulo: Moderna, 1994.

NASA. **NASA Eclipse Website**. Disponível em: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/eclipse.html>. Acesso em: 20 nov. 2018.

NASA. **Total Lunar Eclipse of 2011 Jun 15**. Disponível em: <https://eclipse.gsfc.nasa.gov/OH/OHfigures/OH2011-Fig03.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2011.

OLIVEIRA, T. B.; LIMA, V. T.; BERTUOLA, A. C. Aristarco revisitado. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 38, n. 2, 2016.

PEREIRA, P. C. R. Revivendo Eratóstenes. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 3, p. 19-38, 2006.

PICAZZIO, E. (Org.). **O céu que nos envolve**: introdução à Astronomia para educadores e iniciantes. São Paulo: Odysseus, 2011.

STRIEDER, R. B.; WATANABE, G. Atividades investigativas na educação científica: dimensões e perspectivas em diálogos com o ENCI. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, 2018.

UNIVERSE AWARENESS. Projeto internacional de Educação em Astronomia, sediado no Observatório de Leiden, Holanda, apoiado pela UNESCO. Disponível em: www.unawe.org/about/vision/. Acesso em: 27 nov. 2018.

VERDET, J. P. **Uma História da Astronomia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1991.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1989.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Revista Ensaio: pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 3, 2011.

Artigo recebido em 18/11/2018.

Aceito em 09/01/2020.

VISUALIZAÇÃO E UMA AVALIAÇÃO DAS CONCEPÇÕES PRÉVIAS DE ALUNOS DO ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO

*Adriano Luiz Fagundes*¹
*Tatiana da Silva*²
*Marta Feijó Barroso*³

Resumo: Neste trabalho são investigadas as concepções prévias sobre as estações do ano apresentadas por 961 alunos de uma disciplina de introdução à Física do ensino superior. São analisadas 3 questões de um pré-teste que foi aplicado em 8 semestres seguidos entre 2013 e 2016. A partir de uma perspectiva teórica que busca entender o papel da visualização no Ensino de Ciências, busca-se analisar a maneira como os alunos associam (ou não) o modelo orbital adotado e as suas respectivas explicações para as estações do ano. O instrumento de coleta de dados utilizado permite que sejam encontrados indicativos sobre essa associação. Os resultados indicam que a maioria dos estudantes tem uma visão equivocada sobre a forma do movimento orbital da Terra, o que associado às suas justificativas para a existência das estações se torna inconsistente. Um grupo muito pequeno deste universo, 55 (6%) alunos, consegue apresentar uma explicação coerente em termos dessa mudança de perspectiva.

Palavras-chave: Visualização; Estações do ano; Órbita da Terra; Ensino de Ciências; Concepções prévias; Representações visuais.

VISUALIZACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS CONCEPCIONES PREVIAS DE ALUMNOS DE LA ENSEÑANZA SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Resumen: En este trabajo se investigan las concepciones previas sobre las estaciones del año presentadas por 961 alumnos de una disciplina de introducción a la Física de la enseñanza superior. Se analizan 3 cuestiones de un pre-test que se aplicó en 8 semestres seguidos entre 2013 y 2016. A partir de una perspectiva teórica que busca entender el papel de la visualización en la Enseñanza de Ciencias, se busca analizar la manera como los alumnos asocian (o no) el modelo orbital adoptado y sus respectivas explicaciones para las estaciones del año. El instrumento de recolección de datos utilizado permite que se encuentren indicaciones sobre esa asociación. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes tienen una visión equivocada sobre la forma del movimiento orbital de la Tierra, lo que asociado a sus justificaciones para la existencia de las estaciones se vuelve inconsistente. Un grupo muy pequeño de este universo, 55 (6%) alumnos, logra presentar una explicación coherente en términos de ese cambio de perspectiva.

Palabras clave: Visualización; Estaciones del año; Órbita de la Tierra; Enseñanza de las Ciencias; Concepciones previas; Representaciones visuales.

VISUALIZATION AND AN EVALUATION OF UNDERGRADUATE STUDENTS' PRECONCEPTIONS ABOUT SEASONS

Abstract: This work investigates the preconceptions about the seasons presented by 961 undergraduate students in a discipline of introduction to Physics. We analyze 3 questions of a pretest that was applied in

¹ Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: adrianoitajuba@gmail.com.

² Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: tatiana.silva@ufsc.br.

³ Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brasil. E-mail: marta@if.ufrj.br.

8 consecutive semesters between 2013 and 2016. From a theoretical perspective that seeks to understand the role of visualization in Science Education, we seek to analyze the way students associate (or not) the orbital model adopted and their respective explanations for the seasons. The data collection instrument used allows to find the indications of this association. The results indicate that most students have a misconception about the shape of the Earth's orbital motion, which, coupled with their justification for the existence of the seasons, becomes inconsistent. A very small group of this universe, 55 (6%) students, can present a coherent explanation in terms of this change of perspective.

Keywords: Visualization; Seasons; Earth's orbit; Science Education; Previous conceptions; Visual representations.

1 Introdução

A visão consiste num dos meios pelos quais coletamos informações e percebemos o “mundo” exterior. No entanto, nem sempre tudo aquilo que “internalizamos” através desse sentido nas nossas experiências cotidianas é suficiente para que os fenômenos estudados pelas ciências sejam devidamente compreendidos.

Pode-se inicialmente encontrar respostas para essa constatação na Psicologia Cognitiva onde há um consenso de que através dos sentidos as pessoas criam representações mentais (internas) acerca do mundo exterior (CHANDLER; SWELLER, 1991; CLARK; PAIVIO, 1991; MAYER, 2005; SWELLER, 2008).

Da teoria do conhecimento (HESSEN, 2000), é possível assumir a partir de uma perspectiva realista crítica que os objetos dos quais as ciências se ocupam não são exatamente aqueles da realidade concreta, os quais são observados e percebidos diariamente. Mas, objetos idealizados e que respeitam certos contextos de validade (MEDEIROS; MEDEIROS, 2001). Sendo assim, a compreensão das ciências não é decorrente simplesmente do ato de internalizar informações exteriores, mas internalizar e interpretar corretamente aquelas que são pertinentes para a compreensão dos modelos científicos. Nesse caminho, geralmente elaboramos modelos didáticos mais simplificados e idealizados também chamados de modelos curriculares (GILBERT, 2008) que têm o intuito de fornecer, dentre outros objetivos, auxílio à visualização.

Mas afinal, o que é visualização? Essa palavra vem sendo utilizada com uma pluralidade de significados nas pesquisas na área de Ensino de Ciências (GILBERT, 2008; VAVRA *et al.*, 2011), por isso é relevante apontar a definição que será utilizada neste trabalho. Gilbert (2008) apresenta duas convenções onde o termo é usado como um verbo (ato de visualizar mentalmente alguma coisa) ou como um substantivo (objeto concreto). Adota-se neste trabalho a visualização como um verbo, uma ação que é entendida como a interpretação de imagens mentais.

O ensino de Astronomia é um contexto particularmente interessante, pois apesar de ser uma área da ciência fortemente observacional, diversos autores enfatizam a importância da utilização de recursos visuais para auxiliar na interpretação dos fenômenos (KRINER, 2004; SCARINCI; PACCA, 2006).

Ocorre que nesse domínio, as escalas de tamanho e distância são extremamente grandes e torna-se difícil para um observador situado na superfície da Terra compreender o que de fato está acontecendo no céu. Não obstante, as observações do nosso referencial foram a base para explicações equivocadas sobre a natureza do cosmos que prevaleceram por centenas de anos. Além disso, as escalas de tempo

também são geralmente muito maiores do que a de outros fenômenos do nosso cotidiano. Não sendo possível, por exemplo, observar um ciclo completo de fases lunares em uma semana.

As grandes dimensões envolvidas geram um problema de extrema relevância para os processos de ensino e de aprendizagem de Astronomia. Muitos trabalhos relatam as dificuldades de professores e alunos em explicar os fenômenos mais básicos como as estações do ano, as fases da Lua, as marés, os eclipses solares e lunares, entre outros (AGUIAR; BARONI; FARINA, 2009; CANALLE, 2003; GOMIDE; LONGHINI, 2017; KRINER, 2004; PINTO; FONSECA; VIANA, 2007; SCARINCI; PACCA, 2006). Em muitos casos, esses resultados são associados à falta de habilidade de abstração dos indivíduos e/ou à dificuldades de mudança de perspectiva.

As dificuldades de integração de diferentes pontos de vista resultam, muitas vezes, numa compreensão fragmentada da maior parte dos tópicos estudados pelos alunos. Gomide e Longhini (2017) identificam, por exemplo, as dificuldades de alunos do ensino fundamental em transitar entre distintos referenciais para explicar a existência dos dias e das noites.

O presente trabalho faz parte de uma investigação mais ampla onde recursos visuais são avaliados enquanto mediadores do ensino de Astronomia. Neste contexto, a análise dos conhecimentos prévios dos estudantes e das suas dificuldades de visualização antes da interação com os recursos visuais é uma tarefa pertinente e que configura como uma parte componente da pesquisa.

Neste recorte, busca-se identificar as concepções prévias dos alunos e analisar a maneira como eles associam (ou não) o modelo orbital terrestre adotado e a suas respectivas explicações para a existência das estações do ano. A análise é realizada através da aplicação de um questionário, o que permite que sejam encontrados indicativos acerca da referida mudança de perspectiva.

Essa abordagem avaliativa é baseada numa discussão sobre o papel da visualização no Ensino de Ciências que tem como fundamento a Psicologia Cognitiva. Ao mesmo tempo que se baseia nos conhecimentos prévios acerca das estações do ano já levantados na literatura. Logo, fundamenta-se também nas pesquisas no campo da Educação em Astronomia.

2 Conhecimentos prévios sobre as estações do ano

É consensual o fato de que os alunos possuem ideais prévias sobre muitos dos tópicos científicos discutidos no âmbito escolar (PIETROCOLA; ZYLBERSZTAJN, 1999; READ, 2004; VIENNOT, 2009). Há diversos termos atribuídos a esses conhecimentos iniciais tais como “concepções alternativas”, “ideias espontâneas”, entre outros. O que os define é o referencial teórico adotado. Neste trabalho, adota-se o termo “conhecimentos prévios” conforme sugerem Gilbert e Zylbersztajn (1985) por não carregar consigo uma conotação negativa a respeito das ideias iniciais que os estudantes possuem sobre os tópicos científicos.

Há um levantamento bastante robusto sobre os conhecimentos prévios mais comuns apresentados pelos estudantes sobre tópicos de Astronomia (LANGHI, 2011).

Dentre os conhecimentos prévios sobre o tema estações do ano, aquele que é mais recorrentemente mencionado na literatura de pesquisa é a ideia de que elas são explicadas pela proximidade e pelo afastamento entre a Terra e o Sol ao longo do ano (LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2012; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SANZOVO, 2017; SOBREIRA, 2010; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016; TRUMPER, 2001).

Também são encontrados trabalhos que evidenciam o fato de muitos alunos imaginarem a órbita da Terra ao redor do Sol como uma elipse com exagerada excentricidade, o que está em acordo com a ideia da variação de distância Terra-Sol (CAMINO, 1995; CANALLE, 2003; LANGHI; NARDI, 2012; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SOBREIRA, 2010; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Canalle (2003), por exemplo, destaca os resultados de uma questão de múltipla escolha utilizada na IV Olimpíada Brasileira de Astronomia (OBA) em 2001 onde a ampla maioria dos alunos escolheu a elipse mais excêntrica dentre as opções existentes (ver Figura 1). Não obstante, após a divulgação dos resultados muitos professores questionaram o gabarito da questão, revelando que o entendimento equivocado sobre a forma da órbita terrestre ao redor do Sol não é exclusividade dos alunos.

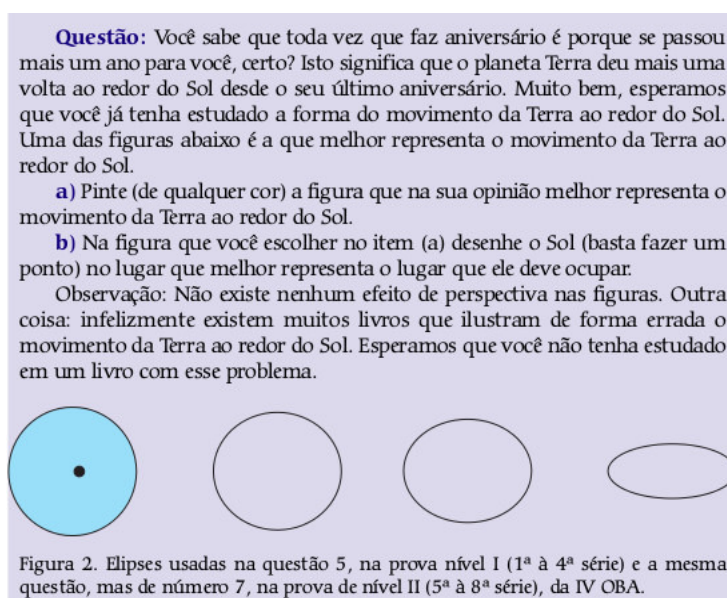


Figura 1 - Questão da IV OBA sobre o formato da órbita terrestre (CANALLE, 2003). A primeira figura da esquerda para direita que está pintada em azul claro é a que contém as respostas corretas aos itens “a)” e “b)”, o ponto representa a correta localização do Sol.

Na Figura 1, a elipse pintada em azul representa corretamente como é a órbita terrestre ao redor do Sol sem efeito de perspectiva.

Além disso, é importante frisar, assim como consta na observação da questão da OBA, que o conhecimento que as pessoas em geral têm sobre a forma da órbita terrestre deriva de modelos visuais geralmente presentes em livros didáticos. Durante anos muitos desses modelos apresentaram uma forma elíptica com excentricidade bastante exagerada por conta de efeito de perspectiva (uma circunferência vista de lado aparenta ser uma elipse, assim como uma elipse pouco excêntrica aparenta ter uma excentricidade maior quando vista de lado) ou com intuito proposital de destacar com

ênfase a 3ª Lei de Kepler. Ocorre que a observação de modelos com elipses demasiadamente excêntricas seja por efeito de perspectiva sem que haja uma discussão e/ou destaque a respeito ou por intenção de enfatizar algum outro assunto, pode ser um fator determinante para a ideia equivocada que as pessoas têm sobre a órbita da terrestre, uma vez que não conseguimos observar do nosso referencial o seu formato. E, possivelmente, essa seja a única fonte de informação visual que as pessoas têm sobre o assunto (CANALLE; TREVISAN; LATTARI; 1997; CANALLE, 2003; LANGHI; NARDI, 2012; SANZOVO, 2017; SOBREIRA, 2010; VARELA-LOSADA *et al.*, 2015).

Varela-Losada *et al.* (2015) analisam as concepções prévias de 145 estudantes universitários espanhóis dos cursos de formação de professores do ensino primário e do ensino infantil a partir de questões de múltipla escolha. Quando questionados sobre a explicação para a existência das estações do ano, 64% assinalam a opção considerada correta de que o eixo de rotação da Terra é inclinado em relação ao plano orbital. Enquanto que 29% assinalam a opção associada à variação de distância entre a Terra e Sol. Os autores aplicam também uma questão muito semelhante àquela utilizada na OBA (CANALLE, 2003) e identificam que uma parcela muito pequena de 6% adota o modelo considerado correto, enquanto que 63% escolhem a opção que representa uma elipse muito excêntrica.

Camino (1995) investiga os conhecimentos apresentados por professores a respeito das estações e de outros temas através de questionários e entrevistas. Dentre as explicações mais recorrentes, uma delas é muito semelhante ao que foi encontrado mais recentemente por Varela-Losada *et al.* (2015). Alguns professores indicam que a forma do movimento orbital é bastante excêntrica, mas utilizam como argumento para as estações do ano principalmente a inclinação do eixo de rotação, indicando uma explicação internamente incoerente. Também foram encontradas pelo autor outras explicações associadas à variação de distância Terra-Sol. Em algumas situações o autor percebe uma mescla de distintos modelos explicativos para o fenômeno.

Parker e Heywood (1998) analisam os conhecimentos apresentados por estudantes de graduação, de pós-graduação e por professores. Eles identificam pelo menos dois modelos os quais chamaram de “modelo de distância” e da “Terra cambaleante” (SABOTA; SOBREIRA, 2011). O “modelo de distância” está associado com a aproximação e o afastamento entre a Terra e o Sol ao longo do ano, enquanto que o modelo da “Terra cambaleante” se refere a ideia de que o eixo de rotação terrestre oscila ao longo do movimento orbital, ora apontando numa direção e ora na direção contrária. Os autores destacam também casos que demonstram utilizar a órbita excêntrica e o eixo inclinado como fatores que se combinam para explicar o fenômeno.

3 Visualização e o ensino de Astronomia

Os conhecimentos prévios acerca do tema estações do ano destacados na seção anterior de certa maneira indicam que os estudantes têm dificuldades com mudanças de perspectiva. Por exemplo, é bastante comum a visualização incorreta da forma orbital terrestre e a sua associação com a explicação das estações do ano através do “modelo de distância”.

Essa associação caracteriza uma dificuldade de integrar distintos pontos de vista. Muitas vezes, percebe-se que os alunos têm dificuldades de associar a perspectiva heliocêntrica comumente apresentada em modelos curriculares com o ponto de vista geocêntrico. Sabota e Sobreira (2011) defendem que é preciso levar em conta também este ponto de vista em situações de ensino e de aprendizagem do tema, uma vez que aquele geralmente é o que domina a discussão sobre o assunto.

Neste cenário, a discussão sobre o papel da visualização e do uso de recursos visuais como ferremantas de ensino da Astronomia se torna bastante pertinente. Essa discussão é fundamentada na Psicologia Cognitiva.

A busca por respostas sobre a forma como se dá o processamento cognitivo ganhou maiores proporções na segunda metade do século XX, desse período em diante alguns autores se debruçaram na tentativa de elaborar um modelo sobre o nosso modo de processar as informações (NEUFELD; BRUST; STEIN, 2011). Allan Paivio, por exemplo, apresentou um modelo que ficou conhecido como Teoria da Codificação Dual (TCD). Ele defende a existência de dois subsistemas de processamento de informações que se comunicam, um verbal que é especializado no processamento de representações verbais e outro imagético que é especializado no processamento de informações não verbais, objetos e eventos (CLARK; PAIVIO, 1991). A TCD é referência para diversas teorias cognitivas de aprendizagem mais atuais (MAYER, 2005; SWELLER, 2008) e também para pesquisas voltadas para o entendimento do papel da visualização no Ensino de Ciências (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; GILBERT, 2008; MNGUNI, 2014; VAVRA *et al.*, 2011).

Levando em consideração que os dois subsistemas (verbal e imagético) da TCD se comunicam e que a aprendizagem pode ser potencializada com o estímulo de ambos (MAYER, 2005; SWELLER, 2008), Gilbert (2010) destaca que se concentra nos estímulos ao subsistema imagético o qual lida com representações visuais e com a visualização.

Há uma distinção ontológica entre duas formas de representações visuais, a interna e a externa. A externa se refere àquelas que são compartilhadas pelas pessoas e, portanto, de domínio público. Incluem-se nessa categoria os modelos curriculares elaborados para o ensino das ciências e os modelos externalizados/elaborados pelos alunos. Enquanto que a interna se refere às imagens mentais (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; GILBERT, 2008; 2010; MNGUNI, 2014; VAVRA *et al.*, 2011). Resumindo, entende-se que o fornecimento de representações visuais externas pode auxiliar as pessoas na construção de suas imagens mentais (representações visuais internas) e interpretação das mesmas (visualização).

Neste contexto, Gilbert (2010) sugere que a aprendizagem em ciências, mais especificamente no domínio da Química, envolve pelo menos três distintos tipos de representações visuais denominados de submicro, macro e simbólico. O primeiro tipo se refere às entidades que não são observáveis com um microscópico ótico (átomos, moléculas, e outros), o segundo se refere às entidades observáveis no cotidiano (escala macroscópica) e o último se refere aquelas que são descritas com uso de letras ou sinais (sinais para representar carga elétrica, letras que representam elementos químicos, por exemplo). Sendo assim, a compreensão de conceitos desta área do conhecimento dependeria da capacidade dos indivíduos em transitar entre esses distintos tipos de representação visual.

Consequentemente, recursos visuais propostos para o ensino de Química deveriam fornecer auxílio para essas transições. Seguindo essa discussão, Chang Rundgren e Yao (2014) e Mnguni (2014) também destacam a importância de que os alunos consigam transitar entre esses mesmos e distintos tipos de representação visual destacados por Gilbert (2008; 2010).

Pode-se pensar numa extensão das conclusões e sugestões desses trabalhos para o domínio da Astronomia. Gilbert (2010), por exemplo, sugere que se faça isso para as diversas áreas do conhecimento e que sejam consideradas para cada uma delas as suas próprias especificidades. Ao se fazer a extensão dessa discussão para o âmbito do ensino da Astronomia, mais especificamente no caso deste trabalho, para o tema estações do ano, é possível assumir diferentes tipos de representação que estão envolvidos na explicação do fenômeno. São considerados, para isso, os trabalhos apresentados na seção anterior.

Isto porque uma compreensão consistente sobre a existência das estações só ocorrerá se houver um esforço para entender o que está acontecendo em outras perspectivas as quais de fato explicam aquilo que experimentamos no nosso referencial. Portanto, mudanças de referenciais ou de perspectivas são essenciais para a interpretação do fenômeno e é nesse sentido que cada uma delas envolve uma representação visual distinta. Na Figura 2 são apresentadas, pelo menos, três distintas perspectivas assumidas como fundamentais para a visualização do assunto.

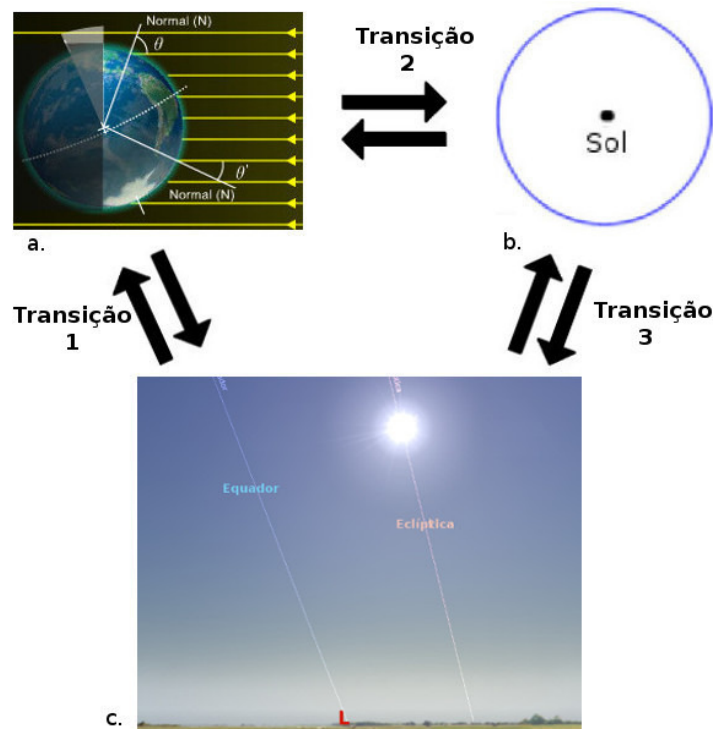


Figura 2 - Em (a) um observador localizado fora da Terra e sobre o plano orbital pode visualizar a inclinação do eixo de rotação terrestre em relação ao plano. Em (b) uma representação global ilustra como um observador visualiza a órbita terrestre sem perspectiva à distância (vista “de cima” ou “de baixo”) - imagem adaptada de Canalle (2003). Em (c) como um observador visualiza o plano orbital (eclíptica) e a linha do Equador projetadas no céu hemisfério sul – imagem retirada do software *Stellarium*.

Fonte: adaptação do modelo de Silva (2019).

Sendo assim, qualquer explicação consistente para esse fenômeno envolveria uma correta transição e integração de informações que seriam observadas a partir desses distintos pontos de vista (Figura 2).

A maior parte dos modelos curriculares elaborados para tratar desse tema está focada em apresentar para os alunos uma representação visual da Transição 2. A Figura 3 a seguir ilustra um exemplo de modelo curricular clássico elaborado para auxiliar na visualização dessa referida transição. A representação do eixo inclinado em relação ao plano orbital em distintas posições ao longo do ano (com o intuito de destacar que um hemisfério ficará mais exposto do que o outro em determinados períodos).

A ideia da “Terra cambaleante” destacada por Parker e Heywood (1998), por exemplo, ilustraria uma dificuldade dos estudantes de fazer essa transição, ou seja, de visualizar como o eixo de rotação terrestre estará orientado conforme a Terra faz o seu movimento ao redor do Sol.

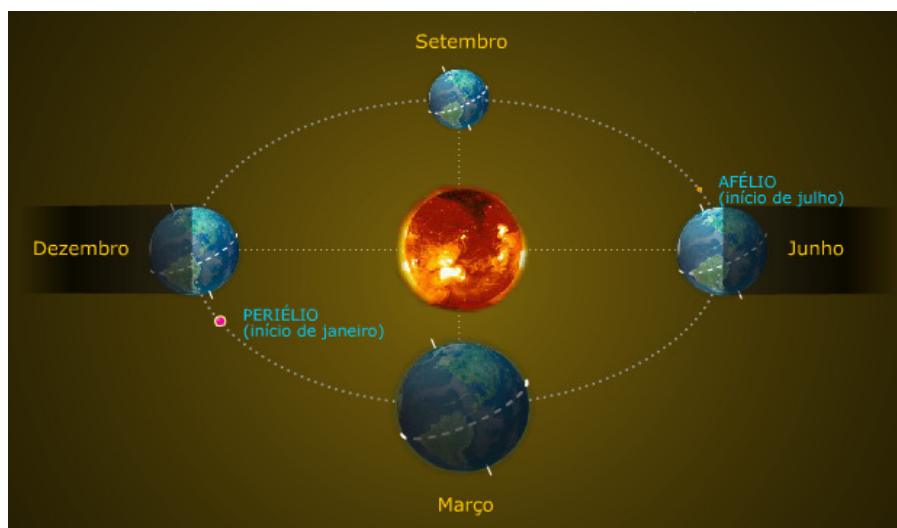


Figura 3 - Modelo curricular “clássico” sobre o tema estações do ano. Uma representação visual da Transição 2. Neste caso, visto “de lado” - desta perspectiva a órbita fica alongada (muito excêntrica). O modelo está fora de escala de tamanho e de distância.

Fonte: Imagem estática do modelo de Silva (2019).

Por fim, mas não menos importante, o indivíduo precisa associar corretamente aquilo que ele observa do referencial terrestre com aquilo que ele imagina ser a forma orbital do movimento de translação. A Transição 3 representa o reconhecimento de que o diâmetro aparente do Sol não muda significativamente ao longo do ano, pois a órbita do planeta em torno da estrela é pouco excêntrica (pouco achatada).

Portanto, essa última mudança de perspectiva envolve conhecimentos acerca da geometria do movimento orbital da Terra ao redor do Sol. Dela decorre, por exemplo, a constatação de que a variação de distância Terra-Sol ao longo do ano é muito pequena e não explica as estações do ano (DIAS; PIASSI, 2007). Além disso, essa transição está associada à percepção de que existe um efeito de perspectiva nos modelos curriculares clássicos como aquele apresentado na Figura 3 onde a órbita da Terra é vista “de lado” (Figura 4).

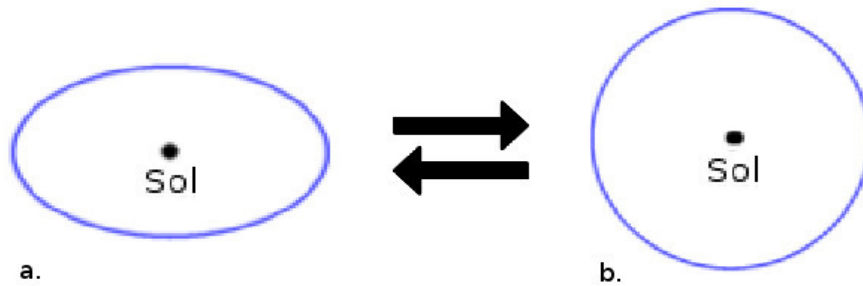


Figura 4 - Em (a) a órbita da Terra vista “de lado” aparenta ser uma elipse com grande excentricidade – a maioria dos alunos acredita que essa seja a real descrição da órbita terrestre. Em (b) uma representação fidedigna da órbita terrestre vista “de cima” ou “de baixo”.

A Figura 4 destaca a necessária percepção por parte dos alunos de que a forma da órbita representada está associada com o ângulo de visada, ou seja, uma vez fixada a distância da qual nos imaginamos do Sol (o suficiente para ver toda a órbita) poderíamos visualizar a Terra descrever elipses com distintas excentricidades dependendo do ângulo formado entre nossa posição e o plano orbital (CANALLE, 2003; SCARINCI; PACCA, 2006).

Essa última transição (Transição 3) associada à maneira como os estudantes imaginam ser o formato do movimento da Terra ao redor do Sol e as suas implicações no referencial terrestre é o que se busca identificar nesta pesquisa. Todavia, alguns indicativos de dificuldades com a Transição 1 também podem ser encontrados.

É importante ressaltar que há outros trabalhos que à luz de um referencial teórico distinto vêm destacando a utilização de Multimodos e Múltiplas Representações com objetivo de avaliar os significados atribuídos ao mesmo fenômeno por licenciandos em Biologia (SANZOVO, 2017; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Eles apresentam um caminho bastante pertinente para uma avaliação mais aprofundada do problema destacado por este trabalho de pesquisa.

4 Metodologia

O foco deste recorte é, portanto, identificar as concepções prévias de estudantes do ensino superior através de um questionário e analisar se eles associam (ou não) o modelo orbital terrestre adotado e as suas respectivas explicações para a existência das estações do ano.

Os dados foram coletados num ambiente real de aprendizagem de uma disciplina de introdução à Física de um curso de ensino superior. Esta disciplina é componente da grade curricular do Curso de Ciências Matemáticas e da Terra da Universidade Federal do Rio de Janeiro. É obrigatória no primeiro período e é oferecida no formato semipresencial, com um número significativo de alunos ingressantes por semestre (são 140 vagas por período). Ela é responsável pelo primeiro contato dos alunos recém-ingressantes na universidade com o estudo da Física e foi criada especificamente com o objetivo de auxiliar na superação de dificuldades de aprendizagem observadas nas disciplinas de Física básica tradicionais com a inclusão de tópicos considerados aprendidos no ensino médio, mas que de fato não o são.

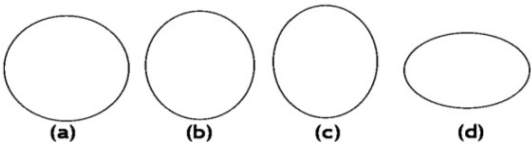
Neste recorte são utilizadas questões aplicadas em um dos instrumentos de avaliação da disciplina, um pré-teste que é aplicado antes da sua Unidade 2. Essa unidade envolve o estudo com recursos visuais os quais abordam temas de Astronomia tais como os movimentos da Terra, estações do ano, marés, eclipses, entre outros.

O pré-teste é o primeiro de uma série de atividades que os alunos precisam responder on-line na plataforma Moodle. Ele é respondido em sala de aula com a presença do professor onde há acesso a computadores.

A análise apresentada se refere a 8 semestres desta disciplina no período compreendido entre 2013 e 2016. Durante esse intervalo de 4 anos, 961 alunos responderam ao pré-teste disponibilizado no ambiente virtual de aprendizagem da disciplina.

As questões analisadas são apresentadas no Quadro 1 seguir. Os resultados são analisados com técnicas de estatística descritiva simples e inferencial. O instrumento de avaliação em questão contém questões abertas e fechadas do tipo múltipla escolha.

As questões abertas são analisadas usando-se a redução e a categorização das respostas. A categorização foi feita a partir da leitura das respostas dos alunos e do subsequente agrupamento daquelas que são semelhantes numa mesma categoria, ou seja, as categorias não foram pré-definidas.

Pré-Teste – Questionário 2-1
Q3. Qual das figuras a seguir você acha que representa melhor o movimento da Terra ao redor do Sol? (Não existe nenhum efeito de perspectiva nessas figuras.)

Q4. E, na figura escolhida por você na questão anterior, onde fica o Sol?
Q9. Qual a explicação que você daria para a existência das estações do ano?

Quadro 1 - Questões sobre as estações do ano avaliadas no pré-teste.

As questões Q3 e Q4 são utilizadas para a identificação da “forma” dos modelos orbitais adotados pelos estudantes.

Enquanto que os resultados da Q9 são utilizados para analisar as explicações que eles atribuem para a existência das estações do ano. Através das explicações verbais apresentadas pelos estudantes é possível identificar se eles fazem alguma associação com o modelo adotado nas questões anteriores (Q3 e Q4) via Transição 3.

No entanto, para a combinação e associação do modelo adotado pelos estudantes com as suas respectivas justificativas para o fenômeno foi feita uma consideração baseada no trabalho de Dias e Piassi (2007). Esses autores apresentam um modelo simples para explicar porque a variação da distância entre a Terra e o Sol não é um fator determinante das estações do ano. Eles demonstram que a pequena variação de distância entre os dois astros durante o ano (devido à órbita pouquíssimo excêntrica da

Terra) causa uma pequena variação de temperatura desprezível e que não é o suficiente para explicar o fenômeno. Além disso, simulam outras situações hipotéticas para mostrar, por exemplo, que se a variação de distância entre o afélio (máximo afastamento) e o periélio (máxima aproximação) fosse da ordem de 20%, esse efeito seria equivalente ao da inclinação do eixo na determinação da temperatura do planeta. As elipses representadas pelas opções “a”, “c” e “d” da Q3 provocariam variações de distância entre afélio e periélio superiores a 20%, independentemente da posição do Sol adotada. Por isso, entende-se que é irrelevante levar em conta os resultados da Q4 nessa combinação, mas apenas as Q3 e Q9.

Quanto às Transições 1 e 2 elas não são avaliadas no âmbito deste trabalho devido as próprias características do instrumento de avaliação (coleta de dados) utilizado. Isto porque, o pré-teste que é respondido online não permite que os alunos elaborem desenhos complementares às suas explicações verbais. Essa limitação impossibilita que a Transição 2 seja analisada, pois ela envolve a visualização do eixo inclinado (em relação plano orbital) em distintas posições ao longo do ano. O que inviabiliza, por exemplo, que os casos que visualizam o eixo de rotação da Terra “cambaleante” sejam identificados. Dadas as limitações, apenas alguns indicativos sobre a Transição 1 podem ser encontrados.

5 Resultados

No pré-teste há duas questões Q3 e Q4 (Quadro 1) parecidas com a questão utilizada na IV OBA e que buscam identificar o formato da órbita terrestre imaginada pelos alunos antes do início dos estudos sobre o tema.

Como a Questão 3 (Q3) é de múltipla escolha, foram identificadas as frequências de respostas para cada uma das categorias preestabelecidas. No caso desta questão, a resposta correta é a alternativa “b”, a qual apresenta uma elipse com excentricidade bastante pequena (muito difícil de se distinguir de uma circunferência). Todas as demais alternativas apresentam elipses com excentricidades muito maiores e não representam de forma fidedigna a órbita da Terra, portanto são consideradas incorretas. Para facilitar a apresentação dos resultados foram trocadas as imagens por uma descrição verbal das mesmas onde: a=excêntrica horizontal, b=pouco excêntrica, c=excêntrica vertical, d=muito excêntrica. As opções “a” e “c” possuem a mesma excentricidade, no entanto o que as distingue é fato do semieixo maior estar orientado na horizontal ou na vertical.

As respostas da Questão 4 (Q4) foram agrupadas e reduzidas em categorias elaboradas a partir das explicações mais frequentes apresentadas pelos alunos. São elas: o Sol está próximo ao centro (a), no centro (b), em um dos focos (c), na extremidade (d) e demais respostas pouco frequentes que foram reduzidas em uma única categoria (e).

A combinação das duas questões (Q3 e Q4) origina 20 possibilidades diferentes de resposta, no entanto nem todas apresentam frequências relevantes. A Figura 5 apresenta um histograma que é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica). A opção “Excêntrica vertical” por ser pouco adotada pelos alunos foi desconsiderada, uma vez que sua combinação com as respostas da Q4 se torna

irrelevante. Ainda no eixo X, cada barra individualmente representa uma categoria de resposta da Q4. No eixo Y estão representadas as frequências de resposta para cada caso.

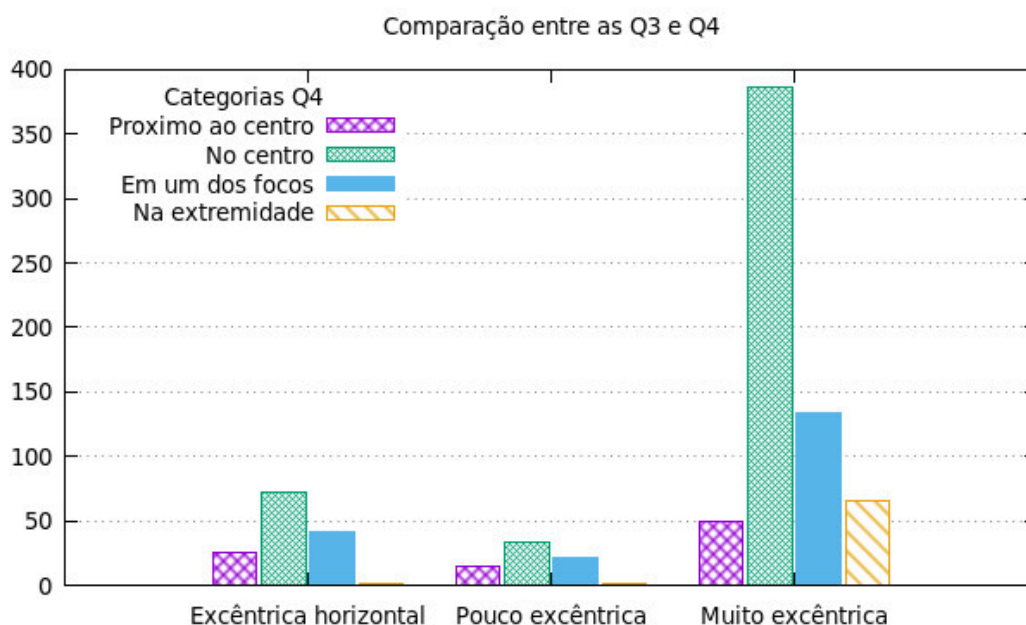


Figura 5 - Combina o das respostas da Q3 e Q4. O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica) e pelas barras que representam individualmente cada uma delas uma categoria da Q4.

Da Figura 5, percebe-se que o modelo mais adotado pelos alunos é a elipse muito excêntrica com o Sol localizado no centro da figura, modelo adotado por 387 (40%) alunos. Em seguida, o segundo modelo mais adotado é a elipse muito excêntrica com o Sol em um dos focos. Esse modelo é adotado por 134 (14%) alunos. Em contrapartida, a elipse pouco excêntrica com o Sol localizado em um dos focos, próximo ao centro ou no centro que representam uma boa aproxima o de um modelo considerado correto são pouco escolhidos pelos alunos, são 70 (7%), somando-se os três casos.

Esses resultados indicam que a imagem equivocada que as pessoas possuem sobre a órbita da Terra permanece como um problema para o ensino das ciências, mesmo depois de alguns pesquisadores terem dado o devido destaque ao assunto na literatura de pesquisa em décadas passadas (CANALLE, 2003; LANGUI; NARDI, 2012; SCARINCI; PACCA, 2006)

É importante ressaltar, no entanto, que o resultado implica em pelo menos duas situa es: Os estudantes simplesmente reproduzem aquilo que boa parte dos modelos curriculares clássicos ilustra, sem perceber o efeito de perspectiva destacado na Figura 4 (TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016). Ou compreendem de fato que a elipse   exageradamente excêntrica, o que está de acordo com uma varia o de distância considerável entre os dois astros ao longo do ano.

Quanto ao primeiro caso, o instrumento de coleta de dados utilizado limita qualquer tipo de inferência, seria necessário entrevistar os estudantes para se

fazer qualquer afirmação mais precisa. Todavia, a segunda situação pode ser encontrada durante a análise da Q9. Isto porque, ao explicarem as causas do fenômeno os alunos podem estabelecer essa associação.

As respostas da questão aberta Q9 foram agrupadas e reduzidas em categorias elaboradas a partir das explicações mais frequentes apresentadas pelos alunos. As categorias são apresentadas abaixo, exemplos de cada categoria de resposta e as suas respectivas frequências são apresentadas na Tabela 1.

a) *O eixo de rotação da Terra é inclinado (Eixo inclinado (Correta))* – respostas onde os alunos explicam que as estações do ano ocorrem devido à inclinação do eixo de rotação da Terra.

b) *O eixo de rotação da Terra é inclinado e a proximidade-afastamento da Terra ao Sol (Eixo inclinado + Variação da distância ao Sol)* – respostas onde os alunos explicam que as estações do ano são causadas tanto pela inclinação do eixo de rotação quanto pela variação de distância entre os dois astros.

c) *Movimento de translação (Translação)* - respostas onde os alunos utilizam apenas o movimento de translação da Terra para justificar a existência das estações.

d) *Proximidade e afastamento Terra-Sol (Variação da distância ao Sol)* – respostas onde os alunos justificam que as estações do ano são causadas pela proximidade e pelo afastamento entre a Terra e o Sol.

e) *Demais respostas incorretas* – outras justificativas consideradas incorretas e que foram agrupadas nessa categoria. Além disso, inclui alunos que não respondem e/ou não sabem responder.

Categorias de resposta Q9 – explicação para a existência das estações do ano			
Categorias	Exemplos	Freq	(%)
Eixo inclinado (Correta)	<i>“Esse fenômeno ocorre devido a inclinação do eixo de rotação da Terra relativo ao seu plano de translação”. Aluno 703</i>	587	61%
Eixo inclinado + Variação da distância ao Sol	<i>“Pelo fato da Terra realizar o movimento de translação ao Sol, sofrendo variações de calor e temperaturas de acordo com sua proximidade e o ângulo do seu eixo, conseqüentemente esse movimento é a origem das estações do ano.” Aluno 1351</i>	67	7%
Translação	<i>“Por causa da Translação.” Aluno 1246</i>	109	11%
Variação da distância ao Sol	<i>“A proximidade do sol. Como a terra gira em uma elipse: mais longe do sol é o inverno e mais perto é o verão.” Aluno 1313</i>	130	14%
Demais respostas incorretas	<i>“As estações do ano variam, pois o eixo é inclinado e assim, partes da Terra se aproximam mais do Sol enquanto outras estão mais distantes.” Aluno 1215</i>	68	7%
Total		961	100%

Tabela 1 - Exemplos e frequência das categorias de respostas da Q9.

Os resultados da Q9 indicam que a explicação mais frequente para as estações do ano é aquela considerada correta (**Eixo inclinado**). Do universo de 961 alunos, 587 (61%) adotam essa justificativa. Dentro deste grupo, percebe-se a existência de dois

tipos de resposta, uma delas onde os estudantes mencionam como justificativa apenas o eixo de rotação inclinado (40%) e outra onde eles mencionam o eixo de rotação inclinado em combinação com o movimento orbital (21%).

Esses casos indicam que utilizam o caminho da Transição 1 para a explicação do fenômeno e em momento algum mencionam a variação de distância Terra-Sol (via Transição 3). Por outro lado, a impossibilidade de avaliação da Transição 2 não permite que sejam diferenciados os indivíduos que visualizam corretamente a explicação das estações daqueles que possivelmente apresentam a ideia da Terra “cambaleante” (PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011). Portanto, apesar de considerada correta pela argumentação verbal, essa categoria de resposta não implica necessariamente numa visualização correta do fenômeno.

Outra justificativa encontrada é representada pelo grupo que acredita que tanto a inclinação do eixo terrestre como a variação de distância Terra-Sol contribuem para o fenômeno, 67 (7%) alunos adotam a justificativa **Correta+Variação da distância ao Sol**. Diferentemente dos casos mencionados acima, esses indicam utilizar o caminho da Transição 1 e ao mesmo tempo utilizam o argumento da variação de distância Terra-Sol (via Transição 3) para justificar a existência das estações.

Curiosamente, é encontrado um número significativo de justificativas onde os alunos mencionam apenas o movimento de translação terrestre como causa das estações do ano, justificativa (**Translação**) adotada por 109 (11%) alunos. Há também um grupo de estudantes que justifica a existência das estações do ano exclusivamente pela proximidade e pelo afastamento entre o nosso planeta e o Sol, esse foi o caso de 130 (14%) alunos que apresentam a justificativa **Variação da Distância ao Sol**.

Ambos os casos destacados acima dão indícios de que não fazem a Transição 1, mas indicam utilizar apenas a Transição 3 para associar o fenômeno com o movimento orbital da Terra. No caso da justificativa **Translação** não é possível fazer inferências sobre a forma como os estudantes utilizam a Transição 3, isto porque eles não explicitam se a variação de distância é um fator relevante para a explicação ou não. No entanto, os casos que utilizam a justificativa **Variação da Distância ao Sol** indicam uma associação incorreta da forma orbital terrestre com a explicação das estações.

É possível olhar agora para a combinação entre as explicações para as estações do ano (Q9) e a forma que eles atribuem para a órbita terrestre (Q3). Isso permite reforçar os indicativos sobre a associação dessas perspectivas via Transição 3. A combinação é apresentada na Figura 6.

O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica). A opção “Excêntrica vertical” por ser pouco adotada pelos alunos foi desconsiderada, uma vez que sua combinação com as respostas da Q9 se torna irrelevante. Ainda no eixo X, cada barra individualmente representa uma categoria de resposta da Q9. No eixo Y estão representadas as frequências de resposta para cada caso.

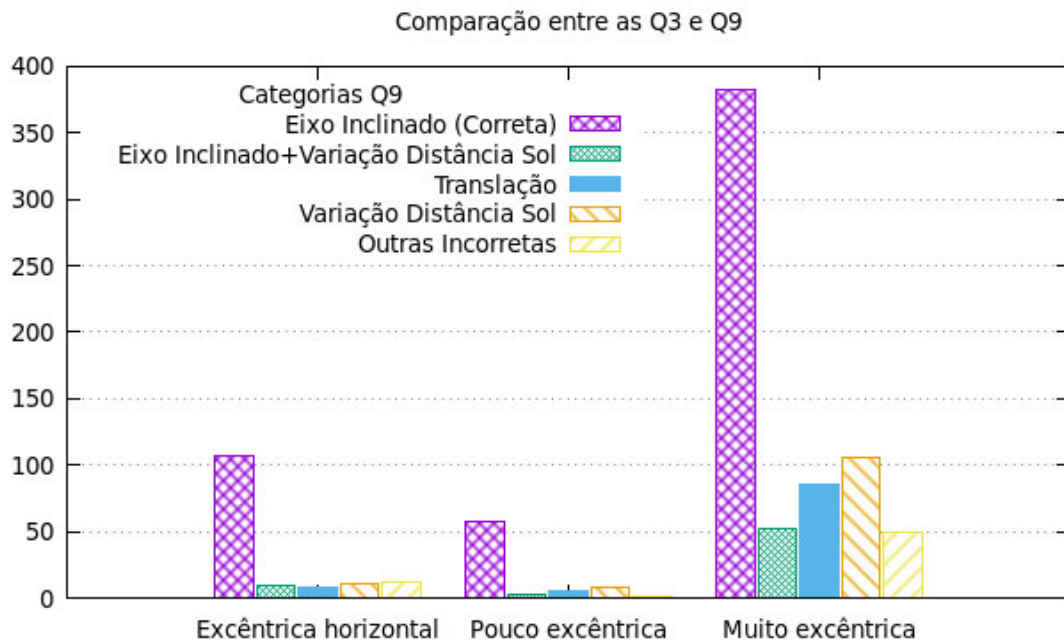


Figura 6 - Combinação respostas das Q3 e Q9. O histograma é composto por conjuntos de barras no eixo X os quais representam as categorias da Q3 (Excêntrica horizontal, Pouco excêntrica e Muito excêntrica) e pelas barras que representam individualmente cada uma delas uma categoria da Q9.

Na Figura 6 vê-se que o número de alunos que adota um modelo de órbita considerado correto (Pouco excêntrica) e que ao mesmo tempo adota uma justificativa considerada correta para a existência das estações na Q9 é muito pequeno. Em um universo de 961 alunos, apenas 55 (6%) satisfazem essa condição. Esse grupo indica associar de maneira correta o modelo orbital imaginado com a justificativa para as estações do ano (via Transição 3). Ainda que não seja possível afirmar que eles visualizam o fenômeno corretamente, pois a impossibilidade de analisar as demais transições não permite que casos que apresentam, por exemplo, a ideia da Terra “cambaleante” (SABOTA; SOBREIRA, 2011) sejam identificados.

Por outro lado, a combinação mais frequente indica ser inconsistente, cerca de 383 (40%) alunos adotam a órbita muito excêntrica e justificam a existência das estações utilizando como argumento a inclinação do eixo de rotação. Eles não mencionam na explicação verbal para as estações (Q9) a forma elíptica orbital adotada ou qualquer relação com a variação de distância Terra-Sol. Isso é entendido como um indicativo de dificuldade de associação do modelo orbital com a justificativa para o fenômeno apresentada. Um resultado bastante semelhante é encontrado por Varela-Losada *et al.* (2015). Para um aprofundamento maior sobre esse resultado seriam necessárias entrevistas e/ou questões abertas com a possibilidade de elaboração de desenhos como as apresentadas por Camino (1995), por exemplo.

O contra exemplo da situação ilustrada acima são os 52 (5%) casos onde os alunos adotam o mesmo modelo e utilizam a justificativa **Correta+Variação da distância ao Sol**, resultado semelhante já foi destacado por Parker e Heywood (1998). Há também os 106 (11%) casos que adotam esse mesmo modelo e utilizam na Q9 a justificativa **Variação de distância ao Sol**. Esses dois grupos, diferentemente daquele

mencionado no parágrafo anterior, indicam que associam o modelo orbital adotado na Q3 com a sua justificativa para as estações apresentada na Q9.

6 Conclusões

Foram analisadas neste trabalho três questões que identificam os conhecimentos prévios de alunos do ensino superior sobre as estações do ano. Elas foram aplicadas em um pré-teste de uma disciplina de introdução à Física do ensino superior entre 2013 e 2016, o que gerou um universo de 961 alunos participantes nesse período.

A análise proposta levou em consideração aspectos da discussão sobre o papel da visualização para o ensino das ciências, a qual tem como fundamento a Psicologia Cognitiva (CHANG RUNDGREN; YAO, 2014; CLARK; PAIVIO, 1991; GILBERT, 2010; MNGUNI, 2014; SWELLER; 2008). Ao mesmo tempo que se baseou em pesquisas no campo da Educação em Astronomia (CANALLE, 2003; DIAS; PIASSI, 2007; GOMIDE; LONGHINI, 2017; LANGUI, 2011; PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SCARINCI; PACCA, 2006; VARELA-LOSADA *et al.*, 2015).

Da discussão teórica foram destacadas pelo menos três transições ou mudanças de perspectivas as quais são entendidas como essenciais para a visualização interpretativa do fenômeno em questão. Por se tratar de dados coletados em um ambiente real de aprendizagem, as questões analisadas neste recorte não possibilitam uma análise aprofundada das três transições destacadas, o que direcionou este recorte para a avaliação da maneira como os estudantes associam (ou não) a justificativa para as estações do ano com o formato orbital terrestre adotado.

Os resultados das Q3 e Q4 indicam que os estudantes recém ingressantes no ensino superior reproduzem a ideia de um formato elíptico exageradamente excêntrico para o movimento orbital da Terra e que esse quadro pouco se alterou desde que outros autores já o destacaram em anos anteriores (CANALLE, 2003; SCARINCI; PACCA, 2006; SOBREIRA, 2010).

Quanto as justificativas apresentadas pelos alunos para as estações do ano, identifica-se que a maioria deles, 587 (61%), menciona verbalmente o eixo de rotação inclinado em relação ao plano como argumento. No entanto, as respostas exclusivamente no modo de representação verbal limitaram a avaliação e, apesar desses casos indicarem seguir o caminho da Transição 1, as suas justificativas fornecem pouca informação a respeito de como eles mudam de perspectiva. Logo, não se pode identificar, por exemplo, casos que apresentam a ideia da Terra “cambaleante” (PARKER; HEYWOOD, 1998; SABOTA; SOBREIRA, 2011).

Em contrapartida, a justificativa *Variação de distância ao Sol* que é um conhecimento prévio recorrentemente citado na literatura de pesquisa (LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2012; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010; SABOTA; SOBREIRA, 2011; SANZOVO, 2017; TRUMPER, 2001) foi adotada por uma parcela menor, cerca de 130 (14%) estudantes. Esses casos indicam associar a explicação para o fenômeno com a geometria do movimento orbital terrestre, utilizando de maneira incorreta a Transição 3.

Foram identificados também casos que consideraram os dois fatores mencionados acima como sendo os causadores das estações, 67 (7%) alunos adotaram a justificativa *Eixo inclinado + Variação de distância ao Sol*. Indicando que além da associação com o formato orbital eles compreendem que existe uma inclinação do eixo de rotação. Casos semelhantes foram destacados na literatura de pesquisa por Parker e Heywood (1998).

Quando combinados os modelos orbitais adotados pelos estudantes (Q3) com as suas respectivas justificativas para as estações (Q9), encontrou-se 55 (6%) casos que indicam associar de maneira correta e coerente a forma da órbita terrestre com a justificativa apresentada para o fenômeno.

Enquanto que a maioria dos estudantes indica não associar a forma que escolhe para o movimento orbital com a sua explicação para o fenômeno conforme resultado já encontrado recentemente por Varela-Losada *et al.* (2015). Camino (1995), por exemplo, destaca que é comum alguns alunos mesclarem diferentes modelos explicativos para o assunto e essa incorrespondência também foi verificada no âmbito de seu trabalho.

Esses resultados dão indicativos de algumas dificuldades de mudança de perspectiva encontradas pelos estudantes ao buscarem uma explicação para o fenômeno. Sobretudo, indicativos a respeito da referida Transição 3 que trata da associação entre a forma orbital e as consequências causadas na perspectiva terrestre.

No entanto, as questões aplicadas e o próprio instrumento de avaliação limitam conclusões mais aprofundadas a respeito delas. Para avaliar com maior profundidade como os alunos fazem essas transições seria importante que eles apresentassem desenhos e/ou que elaborassem desenhos acompanhados de explicações verbais conforme metodologia adotada por outros autores que investigaram as explicações atribuídas por licenciandos para o mesmo tema (CAMINO, 1995; SANZOVO, 2017; TREVISAN SANZOVO; LABURÚ, 2016).

Entranto, dada a relevância da amostra considerada e o fato de que esse trabalho consiste num recorte de uma pesquisa que visa considerar aspectos da visualização na avaliação de recursos visuais mediadores do ensino de Astronomia, entende-se que os resultados obtidos consistem num primeiro passo que é o de apresentar a discussão. Adiante é possível, consideradas as limitações, buscar um aprofundamento sobre a avaliação das mudanças de perspectivas destacadas.

Agradecimentos

O presente trabalho contou com o apoio da CAPES (bolsa de doutorado CAPES-DS).

Referências

AGUIAR, C. E.; BARONI, D.; FARINA, C. A órbita da Lua vista do Sol. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 31, n. 4, p. 4301-4306, 2009.

- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio com maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.
- CANALLE, J. B. G. O Problema do Ensino da Órbita da Terra. **Revista Física na Escola**, v. 4, n. 2, p. 12-16, 2003.
- CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de Astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.
- CHANDLER, P.; SWELLER, J. Cognitive load theory and the format of instruction. **Cognition and Instruction**, v. 8, n. 4, p. 293-332. 1991.
- CHANG RUNDGREN, S-N.; YAO, B-J. Visualization in research and science teachers' professional development. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. v. 15, n. 2, 2014.
- CLARK, J. M.; PAIVIO, A. Dual coding theory and education. **Educational Psychology Review**, v. 3, n. 3, p. 149-210, 1991.
- DIAS, W. S.; PIASSI, L. P. Por que a variação da distância terra-sol não explica as estações do ano?. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 3, p. 235, 2007.
- GILBERT, J. K. The role of visual representations in the learning and teaching of science: an introduction. **Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching**. v. 11, p. 1-19, 2010.
- GILBERT, J. K. Visualization: an emergent field of practice and enquiry in Science Education. In: GILBERT, J. K.; REINER, M.; NAKHLEH, M. (Eds.). **Visualization: Theory and Practice in Science Education**. Springer, 2008, p. 3-24.
- GILBERT, J. K.; ZYLBERSZTAJN, A. A conceptual framework for science education: The case study of force and movement. **European Journal of Science Education**, v. 7, n. 2, p. 107-120, 1985.
- GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Modelos mentais de estudantes dos anos iniciais do ensino fundamental sobre o dia e a noite: um estudo sob diferentes referenciais. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 24, p. 45-68, 2017.
- HESSEN, J. **Teoria do Conhecimento**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.
- KRINER, A. Las Fases da Lua, ¿Cómo y cuándo enseñarlas? **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 111-120. 2004.
- LANGHI, R. Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. **Caderno Brasileiro do Ensino de Física**, v. 28, n. 2, p. 373-399, 2011.

- LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.
- LELLIOT, A.; ROLLNICK, M. Big Ideas: A Review of Astronomy Education Research 1974-2008. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 13, p. 1771-1799, 2010.
- MAYER, R. E. The Cambridge Handbook of Multimedia Learning. In: MAYER, R. E. **Cognitive Theory of Multimedia Learning**. New York: Cambridge University, 2005. p. 31-48.
- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. Questões epistemológicas nas iconicidades de representações visuais em livros didáticos de física. **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, v. 1, n. 1, p. 103-117, 2001.
- MNGUNI, L. E. The theoretical cognitive process of visualization for science education. **Springer Plus**, v. 3, n. 1, p. 1-9, 2014.
- NEUFELD, C. B.; BRUST, P. G.; STEIN, L. M. Bases Epistemológicas da Psicologia Cognitiva Experimental. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 27, n. 1, p. 103-112, 2011.
- PARKER, J.; HEYWOOD, D. The Earth and beyond: developing primary teacher's understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503-520, 1998.
- PIETROCOLA, M.; ZYLBERSZTAJN, A. The use of the principle of relativity in the interpretation of phenomena by undergraduated physics students. **International Journal of Science Education**, v. 21, n. 3, p. 261-279, 1999.
- PINTO, S. P.; FONSECA, O. M.; VIANNA, D. M. Formação continuada de professores: Estratégia para o ensino de Astronomia nas séries iniciais. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, p. 71-86, 2007.
- READ, J. R. **Children's Mis conceptions and Conceptual Change in Science Education**. 2004. Disponível em: <http://acell.chem.usyd.edu.au/Conceptual-Change.cfm>. Acesso em: 20 out. 2019.
- SABOTA, H. S.; SOBREIRA, P. H. A. Modelos mentais, concepções espontâneas e alternativas de discentes e docentes sobre estações do ano. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Anais Eletrônicos...**, São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), 2012. Disponível em: www.sab-astro.org.br/sneal/atas. Acesso em: 20 out. 2019.
- SANZOVO, D. T. **Níveis interpretantes alcançados por estudantes de licenciatura em ciências biológicas acerca das estações do ano por meio da utilização da estratégia de diversidade representacional**: uma leitura peirceana para sala de aula. 2017. 192 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2017.

SCARINCI, A. L.; PACCA, J. L. A. Um curso de astronomia e as pré-concepções dos alunos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 89-99, 2006.

SILVA, T. **Estações**. [s.l.: s.n.], 2019. Disponível em: <http://tati.fsc.ufsc.br/webfisica/sis-solar/estacoes.htm>. Acesso em:

SOBREIRA, P. H. A. Estações do ano: concepções espontâneas, alternativas, modelos mentais e o problema da representação em livros didáticos de Geografia. In: LONGHINI, M. D. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. Campinas: Átomo, 2010, p. 37- 58.

SWELLER, J. In: Handbook of research on educational communications and technology. **Human Cognitive Architecture**. 3. ed. New York: Routledge, 2008. p. 369-381.

TREVISAN SANZOVO, D.; LABURÚ, C. E. Níveis Interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as estações do ano. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 22, p. 35-58, 2016.

TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic Astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001.

VARELA-LOSADA, M. M. *et al.* Spanish pre-service teachers' alternative conceptions about Astronomy. **Ciência & Educação**, v. 21, n. 4, p. 799-816, 2015.

VAVRA *et al.* Visualization in science education. **Alberta Science Education Journal**, v. 41, n. 1, p. 22-30. 2011.

VIENNOT, L. Learning and conceptual understanding: beyond simplistic ideas, what have we learned?. In: SASSI, E.; VICENTINI, M. (Eds.), **Physics education: recent developments in the interaction between research and teaching** (seção B1), ICPE. 2009. Disponível em: <http://web.phys.ksu.edu/icpe/Publications/index.html>. Acesso em 20 out. 2019.

Artigo recebido em 15/03/2019.

Aceito em 24/06/2019.

AS DIFERENTES CONCEPÇÕES SOBRE AS FASES DA LUA DE ALUNOS DOS OITAVOS ANOS DO ENSINO FUNDAMENTAL DE UMA ESCOLA PÚBLICA

*Danilo de Oliveira Kitzberger*¹
*Roberta Chiesa Bartelmebs*²
*Valdir Rosa*³

Resumo: Este artigo tem, como objetivo, investigar e analisar as concepções sobre as fases da Lua. Para tal, investigou-se um grupo de 39 alunos do Ensino Fundamental II (8^{os} anos) de uma escola pública da região Oeste do Paraná. A abordagem foi de cariz qualitativo, focada na análise de conteúdo, e constituída pelas seguintes etapas: a) revisão de literatura e mapeamento acerca das concepções alternativas; b) elaboração e aplicação de um questionário sobre as fases da Lua; e c) análise das concepções dos alunos. Os resultados apontam que a maioria dos alunos não compreende os movimentos de translação e rotação da Terra e da Lua, sendo que apenas 10,3% conseguiram identificar e nomear as fases da Lua no contexto da representação por desenho do fenômeno no sistema Sol-Terra-Lua. Além disso, apareceram as concepções de que a Lua sempre está oposta ao Sol e que suas fases são causadas pela projeção da sombra terrestre. Nesse sentido, entende-se que seja necessária uma revisão nas estratégias de ensino de tais conteúdos com o intuito de transformar a realidade da sala de aula e possibilitar a aprendizagem dos alunos.

Palavras-chave: Concepções alternativas; Ensino de Astronomia; Ensino Fundamental; Fases da Lua.

LAS DIFERENTES CONCEPCIONES SOBRE LAS FASES LUNARES DE LOS ESTUDIANTES DE OCTAVO GRADO DE UNA ESCUELA PÚBLICA

Resumen: Este artículo tiene como objetivo investigar y analizar concepciones sobre las fases de la Luna. Con este fin, se investigó a un grupo de 39 estudiantes de la escuela primaria II (8^o grado) de una escuela pública en el oeste de Paraná. El enfoque fue de tipo cualitativo, se centró en el análisis del contenido y consistió en los siguientes pasos: a) revisión de la literatura y cartografía sobre concepciones alternativas; b) preparación y aplicación de un cuestionario sobre las fases de la Luna; y c) análisis de las concepciones de los estudiantes. Los resultados indican que la mayoría de los estudiantes no entienden los movimientos de translación y rotación de la Tierra y la Luna, y sólo el 10,3% fueron capaces de identificar y nombrar las fases de la Luna en el contexto de la representación dibujando el fenómeno en el sistema Sol-Tierra-Luna. Además, aparecieron las concepciones de que la Luna siempre está opuesta al Sol y que sus fases son causadas por la proyección de la sombra de la Tierra. En este sentido, se entiende que es necesaria una revisión de las estrategias de enseñanza de dichos contenidos para transformar la realidad de la clase y permitir el aprendizaje efectivo de los alumnos.

Palabras clave: Concepciones alternativas; Enseñanza de Astronomía; Enseñanza Fundamental; Fases de la Luna.

¹ Universidade Federal do Paraná, Brasil. E-mail: danilokitzberger@ufpr.br.

² Universidade Federal do Paraná, Brasil. E-mail: roberta.bartelmebs@ufpr.br.

³ Universidade Federal do Paraná, Brasil. E-mail: valdirrosa@ufpr.br.

THE DIFFERENT CONCEPTIONS ABOUT THE MOON PHASES OF 8TH GRADERS FROM A PUBLIC SCHOOL

Abstract: This article aims to investigate and analyze conceptions about the phases of the Moon. To this purpose, a group of 39 elementary school II students (8th years) of a public school in western Paraná state were investigated. The approach was qualitative, focused on content analysis, and consisted of the following steps: a) a literature review and mapping about alternative conceptions; b) preparation and application of a questionnaire on the phases of the Moon; and c) analysis of students' conceptions. The results indicate that most students do not understand the movements of translation and rotation of the Earth and Moon, and only 10,3% were able to identify and name the phases of the Moon in the context of the representation by drawing of the phenomenon in the Sun-Earth-Moon system. In addition, the conceptions appeared that the Moon is always opposite to the Sun and that its phases are caused by the projection of the Earth's shadow. In this sense, it is understood that a review of the teaching strategies of such contents is necessary in order to transform the reality of the classroom and enable students to learn.

Keywords: Alternative conceptions; Teaching of Astronomy; Elementary School; Moon phases.

1 Introdução

Ensinar não é algo trivial e, para saber fazê-lo, é necessário, primeiramente, planejar e buscar conhecer as estratégias e os métodos de ensino e de aprendizagem. No Ensino Fundamental, o ensino de Ciências Naturais geralmente é realizado por intermédio de aulas expositivas, com a utilização do livro didático como único recurso metodológico (SANTOS *et al.*, 2015). Com isso, as estratégias empregadas, muitas vezes, não desafiam os alunos a refletirem sobre os conceitos ensinados nem os levam a aprender significativamente os conteúdos propostos. Nesse sentido, é essencial que as metodologias de ensino e de aprendizagem sejam debatidas entre os pesquisadores, professores e pedagogos de modo a idealizar novas possibilidades de tornar o ensino mais eficiente.

Nesse contexto, situa-se o ensino de Ciências Naturais cujo papel é importante na vida das pessoas, principalmente das crianças que, nesse momento de suas vidas, entram em contato com os conhecimentos mínimos necessários para sua vida adulta (SOARES; MAUER; KORTMANN, 2013). Além disso, essa disciplina busca a formação de cidadãos críticos e reflexivos e, ainda, os auxilia na tomada de decisões relativas ao meio em que vivem (SANTOS *et al.*, 2015). Nas escolas, o professor, por meio de estratégias de ensino que possam despertar a curiosidade pelo saber, pode ser o mediador entre o conhecimento do aluno e o conhecimento escolar a ser ensinado nas aulas de Ciências Naturais. Para tal, imprescindível é que a comunicação ocorra por meio de uma linguagem clara e, ao mesmo tempo, contextualizada para ser facilmente compreendida pelos alunos.

Segundo Osborne e Freyberg (1998), é preciso ter em mente que as palavras utilizadas em sala de aula possuem diferentes significados e que isso pode acarretar diferentes interpretações para o mesmo termo. Entende-se que isso possa ocorrer em virtude de o professor utilizar palavras desconhecidas do vocabulário de seus alunos e que estão vinculadas às especificidades de sua formação. O problema, de acordo com Freyberg e Osborne (1998, p. 213), torna-se evidente quando o “professor pensa que não há possibilidade de um mal-entendido, porque a linguagem que utiliza é familiar às crianças desse grupo de idade”. Assim, é comum que a maioria dos “erros” cometidos

pelos alunos, conforme argumenta Astolfi (1999), ocorra porque o aluno está “respondendo a uma outra pergunta”. Geralmente, esses alunos possuem dificuldades para compreender o que dizem seus professores, e isso os impede de realizar suas próprias reflexões sobre o tema ensinado de maneira a provocar uma desmotivação.

Um dos papéis do ensino de Ciências Naturais deveria ser inquietar o aluno, desafiá-lo a refletir e a ser um eterno investigador (SOARES; MAUER; KORTMANN, 2013). Mas como os professores podem realizar essa tarefa? Quais os caminhos a serem tomados? Por onde começar? Segundo Rosa (2010) e Bartelmebs (2016), o ensino de Ciências Naturais tem que ser iniciado a partir daquilo que a criança já conhece, ou seja, as estratégias de ensino necessitam levar em consideração as concepções dos alunos. Aliás, se os pensamentos iniciais forem utilizados para estruturar o conhecimento científico, os envolvidos poderão perceber que esse conhecimento pode ser aprimorado, ou seja, é mutável.

As afirmações de Rosa (2010) e Bartelmebs (2016) foram fundamentais para a realização do estudo ora apresentado a respeito das concepções sobre as fases da Lua no Ensino Fundamental. A opção por esse tema pautou-se no fato de estar inserido na unidade temática “Terra e Universo”, da Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017), e no eixo dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1997) como conteúdo dos anos finais (BARTELMÉBS, 2016). Ademais, considera-se que conhecer as ideias dos alunos fornece subsídios às práticas docentes de maneira a minimizar a problemática da “distância entre os pensamentos iniciais dos alunos sobre conteúdos de Astronomia e a realização de práticas docentes” (LANGHI; NARDI, 2010, p. 219). Sendo assim, este artigo tem, como objetivo, investigar e analisar as concepções de um grupo de alunos (8^{os} anos) do Ensino Fundamental sobre as fases da Lua. Inicialmente, se apresenta a metodologia utilizada, seguida de uma revisão da literatura sobre o tema, da análise das concepções dos alunos participantes da pesquisa e das considerações finais.

2 Metodologia

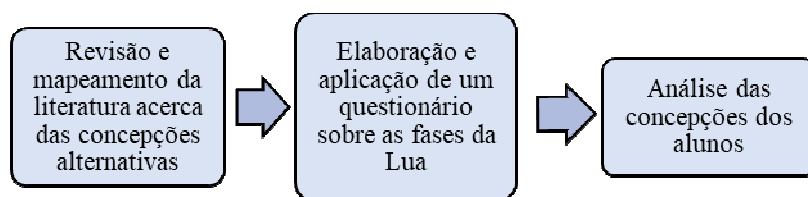
Esta seção trata da metodologia utilizada para a realização deste estudo de caráter qualitativo (BOGDAN; BIKLEN, 1994; FLICK, 2009; LÜDKE; ANDRÉ, 2013), focado na análise de conteúdo (BARDIN, 1977). De acordo com Flick (2009, p. 36),

A pesquisa qualitativa não se refere apenas ao emprego de técnicas e habilidades aos métodos, mas inclui também uma atitude de pesquisa específica. Essa atitude está associada à primazia do tema sobre os métodos, à orientação do processo de pesquisa e à atitude com que os pesquisadores deverão alcançar seus ‘objetivos’.

No sentido apontado por Flick (2009), o objeto de pesquisa se desvela à medida que o pesquisador conhece o “mundo” do sujeito. Assim, a pesquisa qualitativa não se preocupa somente com a análise numérica dos dados, mas também em explorar as reflexões e compreensões que emergem das representações dos objetos e sujeitos envolvidos. No caso da pesquisa qualitativa na educação, é necessário ter em mente a complexidade dos sujeitos envolvidos, sejam eles professores, alunos, currículo, ambiente etc. Nessa direção, o estudo que se apresenta se preocupou com a “abordagem

naturalística” que, segundo Bogdan e Biklen (1994, p. 17), exige que o investigador frequente o ambiente onde se encontram os problemas de interesse e que recolha os dados comportamentais naturais das pessoas. Desse modo, a coleta natural se concretiza quando feita no contexto e no dia a dia dos investigados.

Também se trata de um estudo exploratório desenvolvido com duas turmas do Ensino Fundamental II (8^{os} anos) de uma escola pública da região Oeste do Paraná. As turmas (A e B) possuíam, respectivamente, 20 e 19 alunos cujas idades variavam entre 12 e 16 anos. Com o intuito de preservar a identidade dos sujeitos, a eles se atribuiu um número seguido da letra que identifica a turma à qual pertenciam, a saber: 1A, 2A e assim sucessivamente. Quanto aos procedimentos empregados no estudo, apresentam-se, no Mapa 1, em ordem cronológica, as etapas desenvolvidas.



Mapa 1 - Sequência da estratégia de estudo sobre as fases da Lua.

Fonte: os autores.

Conforme mostra o Mapa 1, desenvolveu-se a pesquisa em três etapas, sendo que, na primeira, exploraram-se, na literatura, os estudos já desenvolvidos na área e, na segunda, a partir dos estudos mapeados, se elaborou e aplicou o instrumento de investigação.

Inicialmente, o questionário encontrava-se constituído por 20 perguntas pré-estruturadas das quais, após a validação e respectivas modificações, se selecionaram 8 questões (3 objetivas e 5 discursivas) para compor o *corpus* do instrumento para coleta de dados. A validação foi realizada por dois professores da área do ensino de Ciências Naturais que analisaram os conteúdos, as linguagens, as extensões e as relações das perguntas com o contexto escolar. Em seguida, na segunda etapa, aplicou-se, nas aulas de Ciências Naturais, o questionário a 39 alunos das duas turmas (8^{os} anos).

Posteriormente, na terceira etapa, procedeu-se à análise dos dados segundo os pressupostos da análise de conteúdo a qual visa analisar o conteúdo das comunicações verbais e não verbais (BARDIN, 1977). Esse método, segundo Krippendorff (2004, p. 20), permite aos pesquisadores avaliarem criticamente seus dados. Logo, foi possível analisar o valor simbólico das mensagens e seus aspectos temáticos, como, por exemplo, as elucidações, expressões e interpretações que cercavam as respostas descritas pelos alunos nos questionários. Ademais, Bardin (1977, p. 42) define a análise de conteúdo como o

[...] conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção / recepção (variáveis inferidas) destas mensagens.

Assim, à medida que se fez a desconstrução das respostas (textuais) dos alunos, foi possível explorar os detalhes da descrição de suas narrativas e categorizá-las. Em

seguida, como sugerido por Bardin (1977), se fez novamente a reconstrução das respostas para, posteriormente, realizar o processo de interferência, fase na qual se atribuiu, por meio de deduções lógicas e justificadas, significado ao discurso (BARDIN, 1977; SANTOS; DALTO, 2012).

3 Fundamentação teórica

Esta seção destina-se a esboçar os fundamentos teóricos que embasaram o estudo: o conceito de concepções alternativas, de Pozo (1996), e sua influência sobre o ensino de Astronomia; o conceito de “erros” conceituais, de Astolfi (1999), e suas implicações na aprendizagem; e algumas estratégias de ensino desenvolvidas no meio acadêmico que podem auxiliar os professores no planejamento de suas práticas pedagógicas a serem empregadas no espaço formal da escola ou fora dela.

3.1 Concepções alternativas e sua influência sobre o ensino de Astronomia

Pioneiramente, os estudos de Piaget (1955⁴) e seus colaboradores, da Escola de Genebra, Suíça, apresentaram que a lógica infantil é diferente da lógica do sujeito adulto. A partir desses trabalhos, pesquisadores adentraram o mundo infantil para conhecer as concepções das crianças acerca do mundo. Assim, a teoria piagetiana, há algum tempo, tem sido utilizada, na área da educação em Ciências e Astronomia, como fonte epistemológica na identificação de lacunas educacionais e na construção de conhecimento científico por autores, como Garcia (1982), Saraiva (1986) e Bartelmebs (2012, 2016). Nessa área, a construção do conhecimento científico remete às concepções alternativas, foco desta subseção.

Segundo Pozo *et al.* (1991) e Pozo (1996), a concepção alternativa – também chamada de “concepção espontâneas”, “concepção prévia”, “conceito intuitivo”, “ideia de senso comum”, entre outros – se desenvolve de três maneiras diferentes, do que resulta a sua classificação em sensorial, social e analógica. A primeira se refere à observação de acontecimentos, e a segunda se forma a partir das influências do grupo social em que o sujeito está inserido. Quanto à terceira – a analógica – está relacionada à tentativa de encontrar respostas para acontecimentos observados. Geralmente, as concepções alternativas são pensamentos resistentes frente aos conhecimentos científicos, pois esses possuem significados para os sujeitos, o mesmo acontecendo com os conhecimentos científicos. Assim, os pensamentos científicos se diferenciam do senso comum pela maneira como são estruturados, pois seguem critérios e metodologias científicas, além de que todos possuem concepções, mas nem todas as concepções são alternativas.

Outro aspecto a ser observado é que há pesquisadores ou professores que buscam identificar as “concepções” de seus alunos por meio de questionamentos (CUBERO, 1997, p. 14) a fim de aproximá-las, por meio da instrução formal, do conhecimento científico. De acordo com a autora, as concepções dos alunos surgem de experiências sociais e naturais do meio em que vivem e do diálogo com outras pessoas.

⁴ Optou-se por utilizar o ano de Fundação do Centro de Estudos em Epistemologia Genética na Suíça por entender que a difusão da obra de Piaget ocorreu a partir desse período em que suas pesquisas sobre desenvolvimento da inteligência tiveram projeção mundial.

Considera-se que a identificação dessas “concepções” seja primordial para a estruturação de novos conhecimentos científicos, sobretudo quando se constrói o aprendizado sobre as experiências anteriores. Nesse sentido, segundo Cubero (1997, p. 11), o novo conjunto de ideias se põe a assimilar quando o novo conhecimento interage com os existentes.

No que concerne ao ensino de Astronomia, como referido por Langhi (2009), Pellenz (2015), os alunos se identificam com essa área e “viajam através da imaginação com o tema”. Observa-se que, quando é proposta qualquer pergunta ou questão-problema sobre o tema, os questionamentos, as dúvidas e as respostas surgem espontaneamente, sendo, contudo, várias dessas indagações fundamentadas em conceitos incompletos e marcadas pelas concepções espontâneas. Também se observa que é comum que os professores identifiquem tais pensamentos em seus alunos, embora não os aproveitem para ensinar novos conceitos. Isso pode ser reflexo da falta de domínio conceitual ou de práticas docentes.

O exposto permite ponderar sobre a necessidade de o professor atentar para as concepções de alunos e professores, dado que estudos voltados a investigar os conhecimentos de professores e crianças sobre tópicos da Astronomia revelam que suas concepções são semelhantes. Essa constatação pode ser encontrada em estudos desenvolvidos no Ensino Fundamental, como, por exemplo, de Beraldo (1997), Bisch (1998), Maluf (2000), Leite (2002), Langhi (2004), Puzzo (2005) e Bartelmebs (2012). Outros estudos, por sua vez, apontam que os conhecimentos dos professores estão longe do ideal (BISCH, 1998; LANGHI; NARDI, 2010; BARTELMEBS, 2016).

A respeito das concepções alternativas no ensino de Astronomia e como podem ser utilizadas no processo de aprendizagem, pode-se recorrer a Bartelmebs (2016) segundo a qual existe um número expressivo de trabalhos que abordam tais concepções, estando entre os citados pela autora, os de Compiani (1996), Bisch (1998), Maluf (2000), Langhi (2009), Pellenz (2015) e Bartelmebs (2016). Entretanto, poucos são os estudos que abordam materiais e técnicas de ensino-aprendizagem inovadoras e motivacionais elaboradas a partir dessas concepções (LANGHI; MARTINS, 2018). Exemplo disso são os livros didáticos que, normalmente, trazem os conceitos básicos a serem ensinados, mas não apresentam estratégias que possam auxiliar o professor no ensino.

Ainda segundo Bartelmebs (2016, p. 43), no âmbito das pesquisas acadêmicas da área de Educação em Astronomia, parece não haver mais dúvidas sobre o entendimento de que as ideias das crianças surgem como parte constituinte de uma lógica própria de compreender o mundo na qual reside seu valor epistêmico. No entanto, é fundamental refletir sobre a influência dessas ideias sobre as concepções alternativas que os alunos possuem quando estudam Ciências Naturais.

Neste estudo, denominou-se de concepções alternativas as ideias dos alunos surgidas das aprendizagens e experiências vivenciadas as quais, muitas vezes, oferecem resistências às mudanças. Para ocorrer uma evolução na concepção existente, exige-se que novos conceitos sejam assimilados (BARTELMEBS, 2016), razão pela qual se faz necessário conduzir o processo pedagógico de maneira a romper as barreiras existentes entre o senso comum (concepções espontâneas) e a concepção científica. Isso, porém, pode não ocorrer nas escolas, já que, nem sempre, há espaços para os professores e os alunos refletirem sobre os conceitos estudados.

Um exemplo clássico de como as concepções são persistentes é a resistência ao heliocentrismo apresentado por Copérnico. Em conformidade com Langhi (2004, p. 49-50),

A resistência ao heliocentrismo testemunhado pela história parece refletir na persistência da concepção alternativa do sistema geocêntrico na cognição dos alunos [...]. Apesar de tudo isso, o geocentrismo continua respondendo bem a muitos cálculos [...] no mundo contemporâneo, num referencial de Terra estática. Assim, o geocentrismo [...] parece também persistir como concepção alternativa na mente das crianças [...].

Portanto, as concepções alternativas podem funcionar muito bem dentro dos limites a que se prestam. Se não forem consideradas e não ocorrer uma reflexão sobre elas durante o ensino, provavelmente serão mantidas, mesmo após os professores abordarem novos conceitos. Além disso, no âmbito da Educação em Astronomia, há uma persistência dos professores em propagar tais concepções alternativas na Rede Básica de Ensino. Essa questão está relacionada à formação docente que, normalmente, não possibilita discussões aprofundadas sobre a Astronomia (LANGHI, 2004; BARTELMEBS, 2016).

3.2 Definição de “erro”, implicações dos “erros” conceituais na aprendizagem e as estratégias empregadas no ensino de Astronomia

Neste estudo, utiliza-se o termo “erro” entre aspas para diferenciá-lo da perspectiva de que são comportamentos ou pensamentos que precisam ser corrigidos e eliminados. Concorda-se com Astolfi (1999, p. 94) quando argumenta que “a virtude principal do trabalho pedagógico sobre o erro seja, finalmente, oferecer aos alunos ferramentas adequadas para que descubram a unidade de saberes desejáveis”. Nessa direção, o Osborne e Freyberg (1998, p. 174) ensinam que

O professor necessita compreender bem os pontos de vista dos cientistas, os pontos de vista das crianças e seus próprios pontos de vista, sempre em relação a um tema. Em muitas situações é provável que exista alguma discrepância entre os enfoques do professor e dos cientistas.

Podem-se citar, como exemplo, as “discrepâncias entre pontos de vista” na explicação das fases da Lua. Normalmente, os professores, quando trabalham o tema, utilizam-se de conhecimentos adquiridos anteriormente e buscam reproduzir conceitos que acreditam serem corretos. No entanto, se tais conceitos estiverem fundamentados apenas em pensamentos prévios e mal formulados, os alunos poderão questioná-los. Poderá, então, acontecer de os professores não conseguirem contradizer cientificamente os argumentos das crianças. Isso é o que Osborne e Freyberg (1998, p. 237) chamam de “duvidoso valor de ensinar ideias complexas baseadas em fundamentos incorretos”. Portanto, os professores também “erram”. Contudo, quando questionam seus saberes e conhecimentos conceituais, eles mesmos podem perceber que seus alunos também possuem suas próprias concepções.

Muitas vezes, o “erro” assume um papel negativo na escola. Torre (2007) apresenta quatro dimensões do conceito de erro: “Efeito destrutivo, deturpativo, construtivo e criativo”. Ainda de acordo com o autor,

Enquanto as duas primeiras acepções se referem ao erro como resultado, o efeito construtivo e criativo se inscreve em uma consideração processual. A polaridade resultado-processo nos permite, pois, apresentar uma dupla consideração do erro: a negativa e a positiva (TORRE, 2007, p. 13).

É fundamental salientar que o professor necessita empregar, em sala, os conceitos construtivista e criativo de “erros”. Desse modo, os “erros” conceituais sobre as fases da Lua podem se manter por muito tempo, embora possam ser substituídos por outros pensamentos que respondam melhor a determinadas perguntas. Isso, por exemplo, ocorre quando o aluno possui um conhecimento geocêntrico sobre fases da Lua, construído a partir de observações do seu dia a dia, não sendo uma simples observação do céu que o fará compreender e interpretar novos conhecimentos sobre os movimentos do Sol e da Lua de modo a reformular seus pensamentos anteriores.

Por outro lado, o emprego dos “erros” conceituais de maneira construtivista, nas aulas de Ciências, pode possibilitar a estruturação de pensamentos científicos e de mudanças conceituais, bem como fornecer subsídios para os professores acompanharem o aprendizado (BARTELMÉBS, 2016). No entanto, o medo de errar, muitas vezes, impede o aluno de socializar suas teorias pessoais em sala de aula. Bartelmebs, Harres e Silva (2014, p. 86), em um estudo sobre a história da Astronomia, afirmam:

A visão de mundo está intimamente ligada à capacidade cognitiva de interpretar a realidade na qual o sujeito está inserido. E esta, por sua vez está ligada ao seu modo particular de pensar, às suas crenças e às suas aprendizagens anteriores. No entanto, trata-se de construções que são elaboradas através da ação no mundo.

No sentido apontado por Bartelmebs, Harres e Silva (2014), argumentam Osborne e Freyberg (1998) que é possível utilizar as concepções alternativas dos alunos em sala de aula e ainda fomentar um rico debate ao introduzir a história das ciências, a formação do universo, a formação da Terra e as fases da Lua. Assim, com o debate mais aberto e respeitando as concepções dos alunos, o professor pode iniciar sua sequência didática e planejar as próximas atividades. Desse modo, o erro passa a ter aspecto positivo, sendo encarado como parte do processo de construção de uma aprendizagem, pois, como afirma Bachelard (1985 *apud* ASTOLFI, 1999, p. 33), “não há verdade sem erro retificado”. Com isso, no ensino de Astronomia, o professor, em sua busca por compreender aquilo que o seu aluno não sabe, pode analisar a causa do “erro” e interpretá-lo (ASTOLFI, 1999).

No contexto atual, compreender “os erros” cometidos pelos estudantes e associá-los ao ensino de Astronomia tem sido um desafio na prática. Segundo Bartelmebs (2016), “os erros” implicam em três tipos de barreiras: epistemológicas (dificuldades internas com conteúdo), psicológicas (características cognitivas) e didáticas (modelos utilizados no ensino). Nesse ponto, há que se analisar quais são as interações existentes entre as estratégias e a teoria do “erro” construtivista. Nos próximos parágrafos, descrevem-se estratégias ligadas, direta ou indiretamente, à teoria do “erro” construtivista.

No ensino de Astronomia, os chamados “astrônomos amadores profissionais” ganham espaço na alfabetização e divulgação das Ciências. Esses profissionais são importantes para a área por contribuírem com pesquisas científicas e apresentarem seus resultados em revistas especializadas. Na área da Educação em Astronomia, Langhi

(2004) apresenta um trabalho interdisciplinar com professores, alunos, pais e sociedade. Realizado durante a observação de um Eclipse Lunar total com o auxílio dos astrônomos amadores profissionais, possibilitou a interação de 4119 pessoas e contou com a colaboração de 32 escolas. No decorrer da atividade de observação do Eclipse, os alunos e os professores coletaram dados sobre o fenômeno que, posteriormente, foram trabalhados e discutidos em sala. O objetivo foi realizar reflexões acerca do movimento lunar e investigar como se espalham as partículas na atmosfera terrestre.

Outra estratégia que pode ser utilizada no ensino de Astronomia, na disciplina de Ciências Naturais, é a elaboração de unidades de ensino potencialmente significativas (PELLENZ, 2015). Nessa atividade, alunos e professor são colocados como sujeitos ativos do processo e, além disso, o professor tem o papel de mediar as relações entre os alunos e os conceitos que necessitam aprender. Ao empregar tal abordagem, é imprescindível que o professor planeje e preveja as possíveis falhas que podem ocorrer. Para Maluf (2000), os minicursos podem ser planejados para alcançar a aprendizagem potencialmente significativa de maneira a auxiliar os professores.

Em conformidade com o estudo de Langhi e Marthins (2018), a aprendizagem em Astronomia está relacionada aos aspectos motivacionais que a estratégia proporciona. Isso porque, por meio dessa estratégia, é possível despertar o interesse, a curiosidade, a autonomia e as competências frente aos novos conhecimentos que serão ensinados. Atividades de experimentação e observação podem ser utilizadas como estratégia de motivação do saber, ou seja, são atividades que buscam proporcionar o vivenciar de novos estímulos e possibilitar as realizações pessoais.

O ensino por investigação igualmente vem sendo empregado como um método auxiliar dos professores. Rodrigues, Briccia e Moraes (2016) desenvolveram um estudo no qual utilizaram tal estratégia na área do ensino de Astronomia. Para tanto, colocaram os alunos a explorar suas explicações frente a uma pergunta (situação-problema) relacionada ao cotidiano. Desse modo, buscaram construir, de forma coletiva e processual, os conceitos do tema trabalhado e possibilitar a interação entre os alunos, tanto na manipulação de objetos nas atividades de experimentação quanto durante as pesquisas desenvolvidas em conjunto.

Voelzke e Albrecht (2011) também realizaram um estudo no qual utilizaram diferentes ferramentas metodológicas. A sequência didática empregada no estudo iniciou com a apresentação de seminários pelos alunos, tendo sido realizadas apenas intervenções necessárias. Em seguida, expuseram os conceitos com o auxílio de multimídia. Para os autores, uma abordagem inovadora consiste em conhecer as concepções alternativas dos alunos e, a partir delas, fazer intervenções.

4 Apresentação e Análise dos Resultados

Esta seção apresenta os resultados e as análises dos dados levantados, por meio de um questionário, com alunos do Ensino Fundamental sobre as fases lunares. Antes, porém, traz um levantamento bibliográfico das concepções sobre esse tema encontradas na Literatura.

4.1 Concepções sobre as fases lunares na literatura

Diversos estudos, em diferentes lugares do mundo, buscam compreender como as crianças constroem seus conhecimentos sobre a temática “Terra e Universo” por meio de suas ideias espontâneas e intuitivas (MALUF, 2000). Essa abordagem de investigação está presente nos estudos de Nussbaum (1979), em Israel; de Baxter (1989), na Inglaterra; e de Bisch (1998) e Pellenz (2015), no Brasil. Outros estudos abordam as concepções de alunos e professores: de Vosniadou e Brewer (1992, 1994); Canalle e Oliveira (1994); Camino (1995); Peña e Quilez (2001); Langhi (2004); Nistal e Peña (2008); Poffo (2011); Ferreira (2013); e Fagundes (2014). A maioria desses estudos utiliza, como ferramentas metodológicas, entrevistas, questionários, desenhos, relatos de experiências e observações.

Um dos primeiros estudos realizados na área foi o de Nussbaum (1979) que analisou as ideias de um grupo de alunos do 4º e 5º anos e catalogou diversas concepções alternativas. Uma delas é a crença da criança de que a Terra é plana e de que todos os outros planetas estão espalhados por discos. Em estudos similares, com crianças de faixa etária entre 6 a 11 anos, Vosniadou e Brewer (1992, 1994) descrevem que a ideia de “chão plano” vem das observações cotidianas. Essa percepção visual fundamenta várias concepções e impõe barreiras a novos modelos mentais que as crianças poderiam formular (BISCH, 1998).

Assim, a representação geométrica “espontânea” da Terra torna-se um obstáculo frente às novas significações e reforça a visão geocêntrica. A ausência dessa compreensão espacial pode dificultar o entendimento do fenômeno, o que não impede que os estudantes saibam o nome das fases da Lua sem, necessariamente, entender como elas ocorrem. Nesse sentido, Nistal e Peña (2008) asseveram que há algumas concepções alternativas entre os professores que estão relacionadas às distâncias e às posições dos astros no referencial Terra, como mostra o desenho exposto na Figura 1, originado do estudo desses autores.

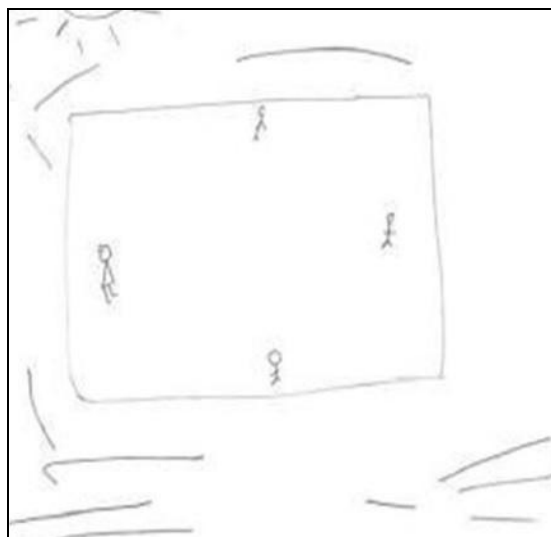


Figura 1 - Concepção de Terra retangular rodeada de água e placas.
Fonte: Reprodução da Figura 2 do artigo de Nistal e Boone (2008).

O desenho da Figura 1 sugere que o sujeito tem a ideia do planeta flutuando como uma ilha rodeada por água. O quadrado, ao centro, onde estão as pessoas, representa o limite do espaço observacional possível. Contudo, a distribuição dos bonecos no espaço indica que o sujeito tem a ideia de que a Terra é redonda. Para visualizar essa representação, basta imaginar um círculo interligando os bonecos.

O mesmo desenho dá a entender que, para os sujeitos que o fizeram, o Sol e a Lua estão próximos da Terra, ou seja, Sol e Lua ficam dentro do planeta. Outra concepção é que o Sol e a Lua encontram-se sempre opostos e fixos, resultado semelhante ao identificado por Camino (1995). Tais pensamentos sustentam a concepção alternativa de que a Lua aparece somente durante a noite.

As fases da Lua, por sua vez, segundo Baxter (1989), são explicadas pelas crianças e adolescentes (na faixa etária entre 9 e 16 anos) em termos da projeção da sombra terrestre sobre o satélite, com o modelo mental Sol/emissor de luz, Terra/receptor de Luz e Lua/refletora de luz. Do mesmo modo, como na concepção da Terra plana, a concepção da projeção da sombra da Terra é formulada levando em consideração o sensorial e o visual do fenômeno, resultados que também aparecem nos estudos de Bisch (1998) e Peña e Quilez (2001), como mostra o desenho exposto na Figura 2.

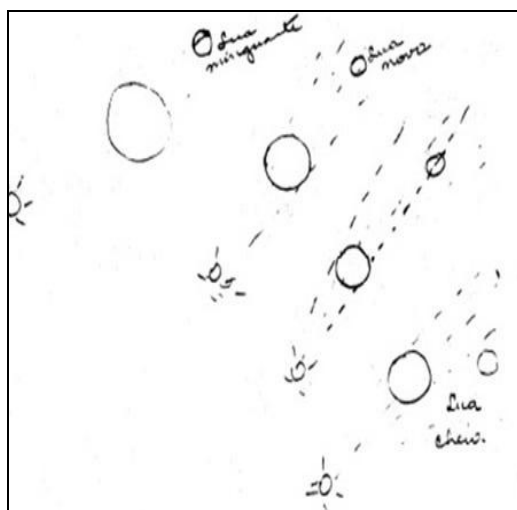


Figura 2 - Representação das fases da Lua decorrente da projeção da sombra Terrestre em sua face.

Fonte: Reprodução da Figura 13 da Tese de Bisch (1998).

O desenho apresentado na Figura 2 permite ponderar que os sujeitos investigados acreditam que o Sol e a Lua estejam opostos. Assim, quando a Terra (ilustrada no centro do desenho pelo círculo maior) translada ao redor do Sol, projeta sua sombra na Lua. Os sujeitos explicam a “sombra na Lua” utilizando um modelo alternativo segundo o qual a Lua Cheia fica fora da sombra da Terra, ocorrendo o inverso nas outras fases. A geometria euclidiana e bidimensional reforça essa concepção, da mesma forma que os “raios lineares disparados pelo Sol” justificam as fases da Lua do ponto de vista bidimensional.

Já as escalas dos corpos celestes (Sol, Terra, Lua), também representadas na Figura 2, indicam que o planeta Terra é o maior dos três. Esse pensamento está relacionado à falta de compreensão das escalas espaciais (CANALLE; OLIVEIRA,

1994; LANGHI, 2004). No entanto, fica claro, na Figura 2, que a Lua é um corpo que não possui luz própria e está “solta” no espaço, como os demais corpos. A respeito disso, encontrou-se, em Bisch (1998), que o nome e a sequência das fases da Lua são bem conhecidos pelos professores, bem como pelos alunos, mas que suas explicações são limitadas a modelos alternativos de analogias observáveis.

Peña e Quilez (2001), por sua vez, investigaram um grupo de 78 alunos de formação inicial no qual delimitaram o modelo alternativo em que aparecem quatro Luas coincidindo em pontos fixos no espaço. Esse modo de representar as fases da Lua pode ser elaborado a partir das análises de desenhos bidimensionais contidos, por exemplo, em livros didáticos (LANGHI, 2004). Da mesma maneira, há desenhos que reforçam a concepção de que o Sol e a Lua possuem dimensões semelhantes, pois são visualizados assim no céu e nos materiais didáticos.

Já Fagundes (2014), ao categorizar as concepções de 77 alunos universitários, identificou que a maioria deles acredita que a Lua não possua movimento de rotação em torno de si, e que há um sincronismo dos movimentos da Lua a depender da rotação da Terra. Tais resultados são semelhantes aos encontrados por Bisch (1998): a concepção de que as fases da Lua se encontram ligadas às mudanças na parte iluminada da Lua voltada para Terra e que as fases da Lua não ocorrem se o satélite natural tiver luminosidade própria.

Em Ferreira (2013), por seu turno, encontrou-se que as pesquisas sobre os conceitos iniciais do conhecimento que envolve a aprendizagem dos temas Sol, Lua e mundo são semelhantes, independente do lugar, da idade e do país das amostras. As compreensões do mundo demonstram que os alunos, quando observavam o céu, não visualizavam apenas objetos astronômicos, mas também objetos de natureza biológica, atmosférica, artificial e fantástica. Por essa razão, utilizam, em suas explicações, o enfoque religioso ou comparativo, como, por exemplo, designar o Sol a partir de termos como círculo, esfera, redondo e bola e explicar os movimentos desses astros a partir de elementos externos.

Ainda segundo Ferreira (2013), os alunos de menor faixa etária possuem respostas mais ingênuas, como justificar os movimentos do Sol e da Lua em função do vento ou das nuvens. Entretanto, os alunos de faixas etárias maiores tentam utilizar expressões e exposições científicas nas suas respostas, de maneira a demonstrar seus conhecimentos sobre os movimentos entre Sol-Terra-Lua. Em pesquisa semelhante realizada por Poffo (2011), no estado de São Paulo, a autora constatou que as crianças têm dificuldades em explicar, conceitualmente, os objetos astronômicos: reconhecem que o Sol é uma estrela, mas não conseguem definir o que é uma estrela.

Por fim, alguns estudos publicados na Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) buscam aproximar metodologias e práticas docentes das concepções espontâneas de estudantes do Ensino Fundamental sobre as fases da Lua: a) Darroz *et. al* (2013) enfatiza que o uso metodológico da aprendizagem significativa alinhada às concepções prévias é fundamental para a compreensão de novos conceitos científicos de Astronomia; b) Giovannini, Pellenz e Catelli (2014), por meio da pergunta “O lado escuro da Lua nunca apanha Sol?” e realização de uma atividade em espaço aberto sobre os movimentos da Terra e da Lua (os quais foram representados pelos alunos) ratificam que as concepções alternativas fornecem indícios de uma aprendizagem significativa; e c) Gomide e Longhini (2017), com o objetivo de ensinar

como ocorrem o dia e a noite, apresentam algumas estratégias conexas aos modelos mentais de alunos (5^{os} anos) do Ensino Fundamental, como: observações noturnas e diurnas do céu, elaboração de calendário lunar, atividades que envolvam climatologia, história da Astronomia, modelagem e sequências didáticas externas à sala de aula.

Em síntese, constatou-se que, embora a delimitação das concepções sobre temas astronômicos seja amplamente investigada na literatura, poucos estudos apresentam metodologias de aprendizagens elaboradas a partir das concepções espontâneas de estudantes do Ensino Fundamental sobre as fases da Lua. Pelo exposto, observa-se a necessidade de elaboração e de validação de novas estratégias didáticas que se iniciem a partir das concepções espontâneas e possibilitem o aprendizado de conceitos científicos. Na próxima subseção, apresentam-se os resultados e as análises de algumas concepções investigadas neste estudo.

4.2 As fases da Lua: concepções dos alunos participantes do estudo

Esta subseção apresenta as 8 questões objetivas e discursivas do questionário aplicado, seus objetivos e análise de conteúdo que se realizou das respostas. No *corpus* das questões, há tanto perguntas retiradas de estudos já desenvolvidos na área quanto questões elaboradas segundo as concepções alternativas encontradas na literatura.

Pergunta 1: Qual o motivo de a Lua apresentar fases⁵?

- a) Porque, enquanto gira ao redor da Terra, ela é iluminada pelo Sol.
- b) Porque, enquanto gira ao redor da Terra, ela entra na sombra da Terra.
- c) Porque, enquanto gira ao redor da Terra, ela entra na sombra do Sol.

Objetivo da pergunta: Conhecer se os alunos têm a concepção alternativa de que a sombra da Terra seria a causa das fases da Lua. As respostas se encontram na Tabela 1.

Respostas	Assinalaram A	Assinalaram B	Assinalaram C
Turma A	13	4	3
Turma B	7	9	3
Total	20	13	6

Tabela 1 - Respostas à pergunta 1 do questionário.

Fonte: os autores.

Os dados da Tabela 1 apontam que, dos alunos participantes da pesquisa, o movimento de translação da Lua não é compreendido por 48,7, ou seja, para 33,3 %, as fases da Lua são causadas pela projeção da sombra da Terra na sua face e 15,39% acreditam que a Lua, ao transladar a Terra, entra na sombra do Sol. A justificativa ao item “c” remete à ideia de Poffo (2011) para quem as crianças reconhecem os astros e seus nomes, mas não conseguem descrever e definir suas características. Se os alunos compreendessem que o Sol é uma estrela que emite radiação em todas as direções, então suas representações e justificativas para o item seriam refutadas. Em contrapartida,

⁵ **Fonte:** ASTRONOMIA NO ZÊNITE - O UNIVERSO É TUDO PARA NÓS. **Astroquiz**. Disponível em: <http://www.zenite.nu/astroquiz-fases-da-lua/>. Acesso em: 10 de outubro de 2018.

51,3% dos alunos demonstraram que compreendem o movimento de translação do sistema Terra-Lua-Sol.

Pergunta 2: Sobre a Lua é incorreto afirmar que...

- a) Não apresenta movimento de rotação.
- b) É o corpo celeste mais próximo da Terra.
- c) Aparece durante o dia.

Objetivo da pergunta: Averiguar se os alunos reconhecem as seguintes concepções alternativas sobre a Lua: não possui movimento de rotação; é o astro mais próximo da Terra; e não aparece durante o dia quando observada do planeta Terra. As respostas se encontram na Tabela 2.

Respostas	Assinalaram A	Assinalaram B	Assinalaram C
Turma A	11	6	3
Turma B	7	5	7
Total	18	11	10

Tabela 2 - Respostas à pergunta 2 do questionário.
Fonte: os autores.

Os dados da Tabela 2 permitem afirmar que há, entre os alunos, a concepção de que a Lua não possui movimento de rotação. Esse pensamento é entendido como certo por 53,8 % dos alunos. No que tange às distâncias entre os astros Sol-Terra-Lua, cerca de 28,2% não compreende que a Lua é o corpo celeste mais próximo da Terra, e a concepção de a Lua ser visualizada somente durante a noite está presente em 25,6 % dos alunos. A análise das respostas à pergunta 2 permite inferir que 46% do grupo acredita ser a translação da Terra a única causadora das mudanças das fases lunares, conforme se poderá constatar, ainda nesta subseção, nas respostas às perguntas 6 e 7.

Pergunta 3: Identifique, na figura, o círculo que representa a Terra e o que representa a Lua nos espaços abaixo:

Na pergunta 3, apresentou-se aos alunos a representação exposta na Figura 3.

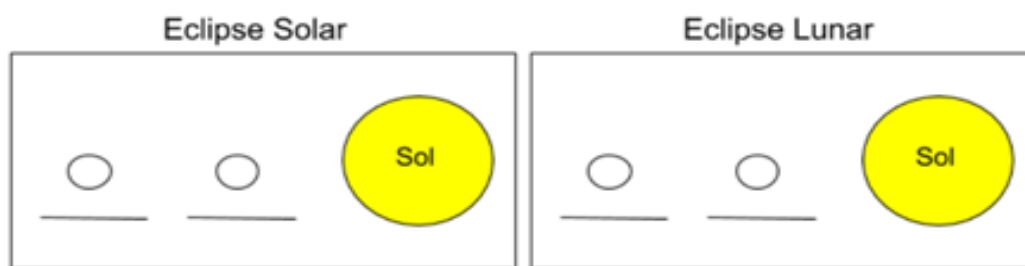


Figura 3 - Representação utilizada no estudo sobre os Eclipses Solar e Lunar.
Fonte: os autores.

Objetivo da pergunta: Identificar se os alunos sabem diferenciar as posições dos astros durante um Eclipse e analisar a concepção alternativa de a Lua Nova ser um Eclipse do Sol. Assim, para melhor compreensão das respostas, faz-se a apresentação,

primeiramente, dos resultados referentes ao Eclipse Solar e, depois, dos referentes ao Eclipse Lunar.

Antes de apresentar os resultados, é fundamental descrever o processo que utilizamos na questão. Após aplicar a pergunta 3, iniciamos sua análise classificando, em categorias, as respostas apresentadas na Figura 3, os resultados estão nas Tabelas 3 e 4. Neste momento, notamos que um conjunto de estudantes explicavam os Eclipses com o auxílio de dois Sóis, mas essa constatação estava limitada a dados numéricos. Isso nos levou a questionar como tais pensamentos estariam organizados, embora fosse necessário coletar mais dados para compreendê-los. Com isso em mente, retornamos à escola e, propomos a seguinte questão as crianças: *elabore um desenho que explique como acontecem os Eclipses e o descreva – pergunta 3.1*. Deste modo, conseguimos cruzar as informações empregadas na Figura 3 (escritas sobre os traçados), os desenhos e as narrativas e, finalmente, realizar as constatações.

Respostas para o Eclipse do Sol: Identificou-se, na análise, um modelo de Eclipse Solar explicado por dois Sóis. Tal justificativa foi empregada por 5,1% dos alunos. Neste modelo, Sol e Lua encontram-se sempre opostos no espaço de maneira que seria necessária a existência de dois corpos luminosos (Sois) para ocorrer um Eclipse solar (parcial ou total). Neste sentido, haveria um “Sol” alinhado com a Lua – visível para o observador – e outro iluminaria o lado oposto da Terra – não visível para o observador. Na Figura 4, temos uma ilustração feita pelo aluno (1A) que representa um Eclipse Solar. À esquerda, um Sol emite seus raios em direção a Lua e a Terra, porém a sombra, em formato de ondas, projetada pela Terra seria causada por outro corpo luminoso oposto a Lua. Inferimos disto também que este aluno apresenta dificuldades em diferenciar a ocorrência das Fases da Lua e os Eclipses por meio de desenhos.

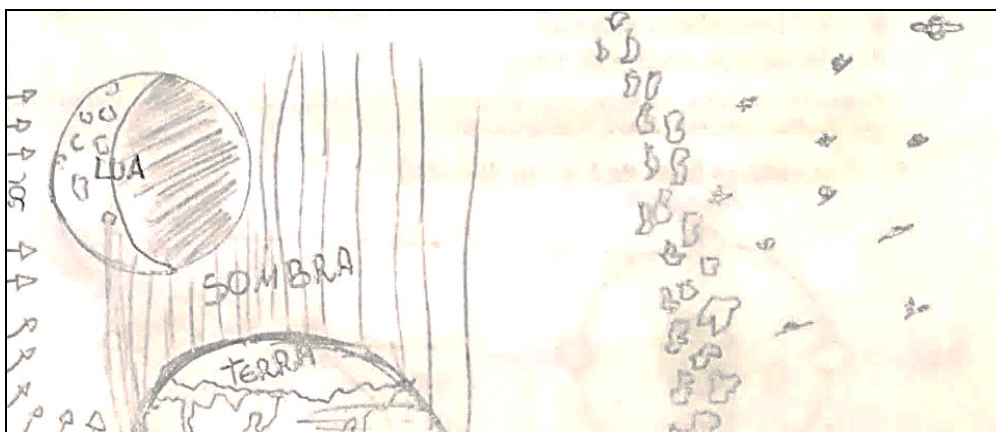


Figura 4 - Ilustração realizada pelo 1A para representar o Eclipse Solar.

Fonte: os autores.

Possivelmente, as crianças que apresentaram tal modelo possuem dificuldades de colocar-se num referencial espacial bidimensional e tridimensional. Por outro lado, esse pensamento pode estar relacionado ao fato de as crianças não conhecerem os conceitos de corpo luminoso e iluminado. Outros 7,7% dos alunos não conseguiram elaborar uma resposta para a questão, o que deixa evidente que eles possuem respostas para o acontecimento do Eclipse mesmo que utilizem suas próprias justificativas. Na Tabela 3, têm-se as respostas à pergunta 3 encontradas.

Respostas	Sistema Terra-Lua-Sol	Sistema Lua-Terra-Sol	Sistema Sol-Lua-Sol	Sem justificativa
Turma A	6	10	2	2
Turma B	8	10	0	1
Total	14	20	2	3

Tabela 3 - Justificativas à pergunta 3 para o Eclipse Solar.

Fonte: os autores.

Ainda de acordo com os resultados expostos na Tabela 3, apenas 35,9 % dos alunos conseguiram demonstrar a ordem dos astros durante o Eclipse Solar. Outros 51,3% acreditam que, na ocorrência do Eclipse Solar, a Terra fica entre a Lua e o Sol, modelo que se justifica, possivelmente, pela falta de compreensão dos movimentos da Lua e da Terra e por não conseguirem diferenciar a fase da Lua Nova do Eclipse Solar. Assim, outro modelo deveria justificar o acontecimento astronômico.

Respostas para o Eclipse da Lua: A ordem dos astros durante um Eclipse Lunar é compreendida por apenas 35,9% dos alunos, algo próximo ao que se identificou na análise das respostas sobre o Eclipse Solar realizada anteriormente. Os alunos que confundem a ordem dos astros (Lua-Terra) no Eclipse Lunar correspondem a 48,7% do grupo. Pode-se constatar isso na Tabela 4.

Respostas	Sistema Terra-Lua-Sol	Sistema Lua-Terra-Sol	Sistema Lua-Sol-Sol	Sistema Sol-Lua-Sol	Sem justificativa
Turma A	10	6	2	0	2
Turma B	9	8	0	1	1
Total	19	14	2	1	3

Tabela 4 - Justificativas à pergunta 3 para o Eclipse Lunar.

Fonte: os autores.

A coluna 04 da Tabela 4 permite observar que, no grupo, há alunos que utilizam dois Sóis para explicar a ocorrência do Eclipse Lunar, justificativa que também foi constatada para o Eclipse do Sol, conforme já visto. O modelo com dois Sóis corresponde a 7,7% da amostra de alunos, porcentagem próxima a de alunos que não responderam à pergunta.

*Pergunta 4: Quando acontece um Eclipse Solar*⁶,

- a) a Terra está entre o Sol e a Lua.
- b) o Sol está entre a Lua e a Terra.
- c) o Sol fica coberto pela Lua.
- d) o Sol fica na sombra da Terra.

Objetivo da pergunta: Compreender como os alunos interpretam a posição dos astros num Eclipse. Esta questão reforça a investigação realizada por meio da pergunta 3 na

⁶ **Fonte:** SARAIVA, M. F.; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, n. 11, p. 63-80, 2011.

qual se fez uso de desenhos para analisar os pensamentos dos alunos. Isso possibilita cruzar os dados e encontrar respostas mais detalhadas e concretas. Na Tabela 5, encontra-se o número de respostas assinaladas na pergunta.

Respostas	Assinalaram A	Assinalaram B	Assinalaram C	Assinalaram D
Turma A	5	0	14	1
Turma B	6	6	6	1
Total	11	6	20	2

Tabela 5 - Respostas à pergunta 5 do questionário.
Fonte: os autores.

Dos alunos participantes da pesquisa, 48,7% não conseguem justificar a ocorrência do Eclipse Solar: o item “a” aponta que 28,2% dos alunos trocam a ordem dos astros durante o Eclipse Solar e o Lunar; segundo o item “b”, 15,4% dos alunos pensam que a Lua está mais distante da Terra do que o Sol; e conforme o item “c”, 5,1% dos alunos não entendem o papel do Sol num eclipse. É possível que possuam uma visão geocêntrica do sistema (Sol-Terra-Lua) segundo a qual a Terra fica estática e o Sol se movimenta. Além disso, quando é preciso utilizar modelos bidimensionais para representar o Eclipse Solar, o índice de 48,7 % aumenta para 64,1%, como verificado na pergunta 3.

Pergunta 5: Preencha as fases da Lua no desenho.

Na pergunta 5, apresentou-se aos alunos a representação exposta na Figura 5.

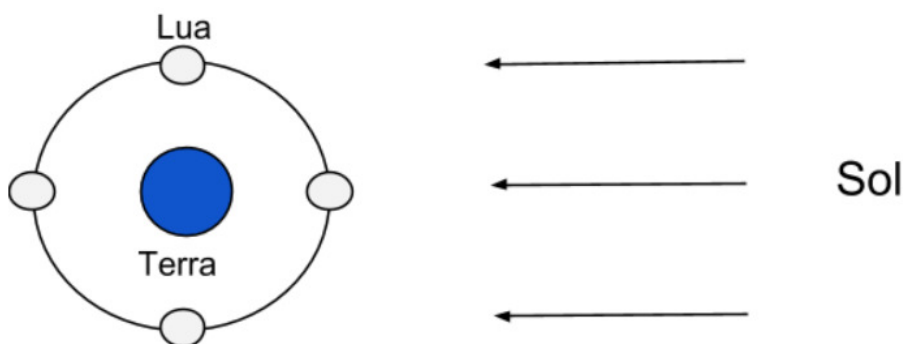


Figura 5 - Representação utilizada no estudo para a pergunta 5.
Fonte: os autores.

Objetivo da pergunta: Identificar se os alunos conseguem visualizar as diferentes fases da Lua na representação bidimensional e o nome de suas sequências.

Pelas análises das respostas, somente 10,3% sabem o nome e a sequência das fases da Lua. A concepção segundo a qual a Lua cheia fica entre o Sol e a Terra apareceu em 23% das justificativas. Consequentemente, nesse modelo, a fase de Lua Nova ficaria representada por Lua-Terra-Sol. Tais pensamentos podem estar relacionados à falta de compreensão tridimensional das fases da Lua (LANGHI, 2004).

Pergunta 6: A Lua pode ser observada em que horário? Justifique.

Objetivo da pergunta: Investigar as concepções sobre: a Lua está sempre oposta ao Sol e a lua não é visualizada durante o dia. Esta é uma questão discursiva de cujas argumentações se fez análise de conteúdo. De maneira homogênea, as categorias – que chamamos de características – foram sendo, gradativamente, definidas a partir de critérios (léxicos, semânticos e sintáticos) das frases que mais persistiram nas respostas. Ademais, buscou-se enfatizar o contexto em que as frases estavam inseridas e não sua forma. Com isso, mapeamos 4 categorias finais (A, B, C, D). No Quadro 1, se encontram as características que mais apareceram nas respostas.

Características	Característica A	Característica B	Característica C	Característica D
Turma A	Lua somente ao anoitecer.	Os raios do Sol são emitidos na Lua.	No anoitecer, a Lua brilha mais.	Movimento da Terra.
Turma B	Lua na madrugada, pois está mais escuro.	Lua não é iluminada pelo Sol durante o dia.	Lua é iluminada muito pouco pelo Sol durante o dia.	Lua com luminosidade própria é vista somente à noite.

Quadro 1 - Características das respostas dadas pelos alunos à pergunta 6.

Fonte: os autores.

Pode-se observar, de acordo com o Quadro 1, que há “erros” conceituais empregados nas justificativas à pergunta. No geral, as respostas dadas pelos alunos foram curtas e descreviam circunstâncias e situações possíveis no cotidiano. Algumas respostas apresentam marcas de conceitos alternativos e científicas, embora cada qual com significado “verdadeiro” para o aluno (CUBERO, 1994, p. 36). Apresenta-se a análise do conteúdo por turma para, ao final, compará-las e analisá-las num todo.

a) Turma A: Os alunos possuem a concepção de que a Lua é somente visualizada no anoitecer. De acordo com tal pensamento, a Lua surge somente à noite devido ao movimento de rotação da Terra, quando o Sol vai “desaparecendo” e seus raios são emitidos na face da Lua. Sendo noite, a Lua brilha. É possível perceber essas ideias nas seguintes falas dos alunos: “[...] vemos a Lua a partir das 18:00 horas por causa do movimento de rotação [...]” (4 A) e “[...] porque a Lua brilha mais a noite” (11 A)⁷. Isso porque possuem a concepção de que o Sol está oposto à Lua (CAMINO, 1995; NISTAL; PEÑA, 2008). Então, utilizam como explicação argumentos como o Sol e a Lua não podem aparecer no céu ao mesmo tempo: “[...] a Lua aparece só depois das 18:00 horas (durante a noite) e vai até às 08:00 horas [...]” (6 A), “de noite os raios do Sol são emitidos na Lua e faz ela brilhar [...]” (15 A) e “[...] a noite ela está mais visível [...]” (18 A).

b) Turma B: Há, entre os alunos, a concepção de que a Lua aparece somente durante o anoitecer ou quando já é noite, especialmente no escuro (mais forte) da madrugada. Isso porque está mais escuro e os raios solares não atrapalham sua visualização, conforme mostra a fala de 12 B “[...] porque durante o dia a Lua não brilha tanto por causa do céu [...]”. Além disso, também possuem a concepção de que o Sol está sempre oposto à Lua.

⁷ As respostas dos alunos estão apresentadas da forma como foram escritas no questionário.

Um dos alunos assim argumentou (18 B): “a Lua só é percebida a noite quando a Terra gira em si. Então, o Sol fica num lugar e a Lua no outro e quando Sol aparece a Lua desaparece [...]”. Já outros acreditam que a Lua tem luminosidade própria e aparece “[...] de noite quando o Sol não cobre mais ela [...]” (14 B). No entanto, para outros alunos, “[...] ver a Lua depende do tempo (clima), mas vemos ela até às 05:50 horas, no máximo” (9 B). Os alunos com essa ideia refletem sobre as condições físicas necessárias para realizar a observação dos astros.

c) Comparação entre os pensamentos das turmas: As turmas possuem concepções bem semelhantes. Ambas possuem a ideia de que a Lua está sempre oposta ao Sol, e isso reafirma a análise das respostas à Pergunta 2: a Lua aparece somente durante o anoitecer. No entanto, na Turma B, apareceu a concepção de a Lua ser visualizada apenas durante o anoitecer. Possivelmente, esses alunos acreditam que a Lua realiza um ciclo completo numa mesma noite: por exemplo, apresenta fase nova no anoitecer; algum tempo depois, fica crescente, minguante e se põe na fase cheia. Na mesma turma, há explicações relacionadas a fenômenos naturais, como as condições climáticas serem um dos motivos de a Lua apresentar fases. Resultados semelhantes também foram descritos por Ferreira (2013). Ademais, outros acreditam não ser possível ver a Lua no céu azul, porque, quando é dia, ela está pouca iluminada pelo Sol e os raios que chegam à sua face são fracos.

Pergunta 7: Uma pessoa no Japão, que está do outro lado do planeta, vê a mesma Lua que vemos no Brasil no mesmo dia? Explique.

Objetivo da pergunta: Investigar se os alunos compreendem as fases da Lua em diferentes lugares do planeta. Elaborou-se essa questão para analisar a visão espacial de como ocorrem as fases da Lua em diferentes locais. Além disso, buscou-se reconhecer se os alunos possuem uma visão conceitual dedutiva ou intuitiva do conceito de que a Lua está antípoda (180° rotacionada) quando vista, por exemplo, nos polos Norte e Sul ao mesmo tempo. No Quadro 2, apresentam-se as características encontradas nas respostas dos alunos à pergunta 7.

Características	Característica A	Característica B	Característica C
Respostas da turma A	Lua vista de lugares opostos do planeta são diferentes.	Vê a mesma Lua, entretanto em horários diferentes.	Movimento da Terra muda a fase vista pelo observador no Japão.
Respostas da turma B	Vê a mesma Lua porque só tem uma.	Luas semelhantes, mas não iguais.	Vê a mesma Lua em horários diferentes.

Quadro 2 - Características das respostas dos alunos à pergunta 7.

Fonte: os autores.

Os alunos associam suas respostas a descritores que ocorrem sempre na mesma ordem. Assim, as explicações sobre as fases da Lua são associadas de acordo com a ordem cronológica da unidade física tempo (horas). Possivelmente, acreditam que as fases da Lua tenham uma mesma ordem mensal de duração e que dependam do local de observação.

A seguir, detalham-se e discutem-se as respostas por turma a fim de compará-las.

a) Turma A: Os alunos possuem a concepção de que a Lua vista de lugares opostos do planeta Terra são diferentes. Assim argumentam: “[...] a Lua vista no do outro lado do mundo é diferente [...]” (9 A e 11 A), “a Lua só aparece no Brasil conforme a Terra gira [...]” (4 A), “o movimento que a Terra faz acaba mudando o ângulo de visualização da Lua [...]” (5 A), “aqui no Brasil é dia e lá noite [...]” (2 A, 7 A, 10 A e 14 A), “aqui pode ser Lua nova e lá Lua cheia [...]” (13 A), “a Lua está de um lado e Japão do outro [...]” (15 A e 17 A), e “[...] até chegar do outro lado a Lua muda de fase [...]” (20 A). Contudo, há aqueles que acreditam ser possível ver a mesma fase da Lua, mas em dias ou horários diferentes: “[...] a outra pessoa no Japão vê a mesma Lua, mas não no mesmo dia porque aqui é dia e lá noite [...]” (12 A).

b) Turma B: Os alunos acreditam que é possível ver a mesma Lua, mas com fases diferentes e horários distintos: “[...] as pessoas opostas vê a mesma Lua porque só tem uma Lua, mas quando vemos o Sol no Brasil eles veem a Lua [...]” (1 B), “[...] é a mesma Lua em todo o planeta [...]” (11 B, 16 B e 18 B), “[...] vê a mesma Lua em horários um pouco diferente [...]” (5 B). Porém, outros dizem que: “[...] não vê a mesma Lua porque cada país vê uma Lua [...]” (6 B e 13 B) e que “[...] quanto no Brasil tem Sol no Japão tem Lua [...]” (10 B).

c) Comparação entre os pensamentos das turmas: Ambas apresentam concepções próximas e dizem que é possível ver a mesma Lua nos dois lugares, mas com diferenças de fase e horário de observação. Apesar de alunos da Turma B terem respondido de maneira mais direta que a Terra possui somente um satélite natural, isso, por si só, não significa, necessariamente, que entenderam que a mesma fase da Lua seria visível no Brasil e no Japão. Aliás, vários alunos argumentaram que a Lua seria diferente, pois vai mudando de fase, gradualmente, e até ser vista do Japão sua fase seria outra. Salienta-se que esses pensamentos são bem significativos, mas podem ser utilizados para estruturar um conhecimento científico. Nessa perspectiva, o professor necessita de domínio sobre a prática docente empregada no ensino, pois precisará causar o conflito em relação às ideias iniciais.

Pergunta 8: Uma pessoa no Brasil olha para a Lua e vê Lua Crescente. Na mesma noite, outra pessoa que mora nos Estados Unidos também vê a Lua no mesmo dia. A pessoa dos Estados Unidos também vê Lua Crescente? Justifique sua resposta.

Objetivo da pergunta: Identificar se os alunos possuem a concepção de que a fase da Lua Crescente é sempre oposta à fase da Lua Minguante e reconhecer se pensam que a fase da Lua Cheia é sempre oposta à fase nova. Para isso, tem-se o Brasil e os Estados Unidos da América (EUA) como referência. No Quadro 3, apresentam-se as características encontradas nas respostas dos alunos à pergunta 8.

Características	Característica A	Característica B	Característica C
Respostas da turma A	A fase da Lua só é a mesma em países próximos ou de mesmo continente.	A fase é diferente, pois a Lua vai mudando de fase com o tempo.	Mesma Lua, mas em horários diferentes
Respostas da turma B	Vê a mesma Lua com diferença de algumas horas.	Vê a mesma Lua, mas em dias diferentes.	No Brasil, é Lua Crescente e, nos EUA, decrescente.

Quadro 3 - Características das respostas dadas pelos alunos à pergunta 8.

Fonte: os autores.

Percebe-se que os “erros” conceituais sobre as fases da Lua acompanham as respostas dos alunos. Suas justificativas englobam um olhar geocêntrico, e isso se torna uma barreira frente a novos aprendizados. As características das respostas são semelhantes às obtidas no item anterior. Possivelmente, esses pensamentos advêm da falta de conhecimento dos espaços bidimensionais e tridimensionais. Tal dificuldade também é encontrada nas pesquisas de (CANALLE; OLIVEIRA, 1994; BISCH, 1998; LANGHI, 2004).

A seguir, detalhamos as respostas à pergunta 8 por turma, juntamente com as justificativas empregadas.

a) Turma A: Os alunos acreditam que, pelo fato de os países serem de continentes diferentes, a fase da Lua assim também é. Para eles, a parte “iluminada” da Lua só será a mesma em países próximos. Dessa maneira argumentam: “[...] a fase da Lua não é igual no EUA por causa do fuso horário [...]” (1 A), “por conta do ângulo nos EUA ser diferente [...]” (5 A), “lá nos EUA seria Lua minguante [...]” (20 A), e “porque são lugares diferentes e o formato da Lua vai mudando com o tempo [...]” (8 A). Há aqueles que acreditam que é possível ver a mesma fase. Contudo, utilizam as seguintes concepções para suas justificativas: “[...] porque o EUA está do mesmo lado que o Brasil no globo [...]” (16 A e 19 A), “[...] vê a mesma Lua, mas em horários diferentes [...]” (4 A e 7 A) e “[...] será a mesma fase, pois os horários do Brasil e dos EUA são quase os mesmos [...]” (10 A).

b) Turma B: As respostas foram semelhantes às respostas dos alunos da Turma A. A concepção de não ser a mesma Lua é justificada da seguinte forma: “[...] no Brasil é crescente e nos EUA é decrescente [...]” (2 B). Por outro lado, utilizam dos seguintes argumentos para dizer que é possível ver a mesma fase da Lua: “[...] mesmo continente e horários parecidos [...]” (14 B), “[...] vê a mesma Lua com diferença de algumas horas ou em dias diferentes [...]” (1 B), “[...] porque é mesmo dia e está noite [...]” (9 B), “[...] vê a mesma Lua só que pode ser em dias diferentes, mas pode acontecer de ver outra Lua e não a crescente” (5 B), e “[...] porque só existe uma Lua, mas as posições acho que mudaria [...]” (13 B).

c) Comparação entre os pensamentos das turmas: Os conceitos básicos da Geografia são uma dificuldade para os alunos. Eles não conseguem distinguir e colocar-se, por exemplo, em diferentes continentes do planeta, mas os utilizam para justificar suas respostas. A concepção de que o Brasil é oposto aos EUA faz os alunos crerem que as fases, nesses países, são diferentes ou inversas e que a mesma fase da Lua só é vista em regiões e países próximos. Tais pensamentos não podem ser considerados obstáculos para reorganização de novas concepções mais complexas e científicas. Nesse sentido, os “erros” presentes nas narrativas podem ser explorados, testados, experimentados, desconstruídos ou modificados de maneira progressiva com foco no aprendizado científico.

5 Considerações finais

As concepções sobre os conceitos de Astronomia são bastante discutidas na literatura, e as investigações a esse respeito são relevantes. Nesse sentido, pode-se avaliar a Educação Básica e retratar o conhecimento dos alunos de diferentes idades e

regiões. Os resultados obtidos neste estudo permitiram reconhecer concepções delimitadas na literatura, bem como mapear outras, como, por exemplo, a utilização de dois Sóis (pergunta 3) para explicar os eclipses Solar e Lunar. Ademais, catalogaram-se narrativas, embora marcadas por “erros” conceituais, utilizadas pelos alunos nas explicações acerca dos horários em que a Lua pode ser observada no céu e como compreendem as fases da Lua de diferentes lugares do planeta.

Cabe salientar que, ao se investigar e analisar as concepções de um grupo de alunos (8^{os} anos) do Ensino Fundamental sobre as fases da Lua, verificou-se pensamentos já apontados na literatura: (I) Lua não possui movimento de rotação (FAGUNDES, 2014); (II) As fases da Lua decorrente da projeção da sombra Terrestre em sua face (BAXTER, 1989; BISCH, 1998; PEÑA; QUILÉZ, 2001); (III) O Sol e a Lua encontram-se sempre opostos e fixos (CAMINO, 1995; BISCH, 1998); (IV) Condições climáticas serem um dos motivos de a Lua apresentar fases (FERREIRA; 2013). Pelo exposto, percebe-se que essas concepções persistem no tempo, embora sejam bem conhecidas.

De nossa parte, entendemos que a ausência de compreensão espacial da localização dos astros no espaço, dificulta a aprendizagem dos conteúdos de Astronomia, bem como pode justificar a existência e permanência das concepções alternativas. Neste trabalho, além de corroborarmos as pesquisas consultadas, também identificamos a existência de respostas alternativas com relação a ocorrência dos Eclipses. Para muitos alunos, Eclipses e Fases da Lua são causados pelo mesmo fenômeno. Tal concepção dificulta o entendimento correto de fenômenos da Astronomia, e podem gerar confusão entre os alunos. Com isso, podemos nos questionar acerca do ensino de Astronomia nas escolas, bem como sobre a qualidade dos materiais pedagógicos empregados nas aulas.

Desenvolver estratégias a partir dos conhecimentos de alunos exige, além de conhecimento teórico do conteúdo, domínio metodológico da teoria de ensino. No ensino de Ciências, é relevante pensar em como elaborar estratégias de ensino que se iniciem a partir dos conhecimentos prévios dos alunos e que explorem os “erros” conceituais de maneira construtivista e criativa com o objetivo de alcançar o conhecimento científico. Com isso, os problemas da “distância entre os pensamentos iniciais dos alunos sobre conteúdos de Astronomia e a realização de práticas docentes” como descrito por Langhi e Nardi (2010, p. 219), podem ser minimizados.

Nos dias atuais, as ferramentas tecnológicas de ensino são utilizadas para inovar as aulas. Por outro lado, existem estratégias de ensino que, apesar de serem consideradas antigas, vêm sendo adaptadas, não deixando, contudo, de serem atuais, como é o caso do uso de narrativas científicas de gênero Conto nas aulas de Ciências. Por ser flexível, considera-se que inserir as narrativas dos alunos nas histórias e explorar “os erros” conceituais em atividades de sala poderá possibilitar melhor clareza no que se refere à compreensão dos conceitos científicos e sua relação com o cotidiano (ROSA, 2010, p. 4).

No contexto atual do Ensino Básico, é essencial que os professores sejam pesquisadores de sua própria prática, utilizem estratégias diferenciadas de ensino e avaliem, constantemente, sua eficiência e a aprendizagem dos alunos. Nesse sentido, as pesquisas na área de ensino podem oferecer o apoio que os professores buscam na elaboração do seu plano de ação inovador que desvende os “erros” conceituais inseridos

nas concepções (TORRE, 2007). O professor necessita reconhecer que as concepções são pensamentos resistentes, mas que podem ser modificadas e reestruturadas. Com isso, ao elaborar ou ao selecionar os materiais que estruturarão seu plano de ação, é fundamental que conheça as concepções que envolvem o conteúdo objeto da aula. Desse modo, poderá inovar sua estratégia e plano de ação. Considera-se que isso não seja suficiente para possibilitar o aprendizado, embora se faça necessário.

Por fim, enfatiza-se que o trabalho ora apresentado possa contribuir com a área da Educação em Astronomia, possibilitando ao professor compreender as concepções alternativas dos alunos e, com isso, enriquecer o cabedal de conhecimentos prévios que precisa ter a fim de construir materiais didáticos cada vez mais contextualizados e vinculados à realidade da sala de aula.

Referências

ASTOLFI, J. P. **El “error”, un medio para enseñar**. Sevilha: Díada, 1999.

ASTRONOMIA NO ZÊNITE - O UNIVERSO É TUDO PARA NÓS. **Astroquiz**. Disponível em: www.zenite.nu/astroquiz-fases-da-lua/. Acesso em: 10 out. 2018.

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

BARTELMEBS, R. C. **Ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental**: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no Modelo de Investigação na Escola. 2016. 535 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BARTELMEBS, R. C.; HARRES, J. B. Um estudo inicial sobre o que é preciso saber para compreender as estações do ano. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 3., 2014, Rio Grande. **Anais...**, Rio Grande: FURG, 2014.

BARTELMEBS, R. C. **O ensino de Astronomia nos anos iniciais**: reflexões produzidas em uma comunidade de prática. 2012. 119 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

BAXTER, J. Children’s understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11, special issue, p. 502-513, 1989.

BERALDO, T. M. L. **O ensino de conceitos relacionados com a Terra no espaço, nas séries iniciais do ensino fundamental**: elementos para reflexão em torno da formação docente. 1997. 189 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 1997.

BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental**: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. 1998. 310 f. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação qualitativa em educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto, 1994.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**: educação é a Base. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. Brasília: 2017. Disponível: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/#/site/inicio>. Acesso em: nov. de 2018.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ciências Naturais. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: 1997.

CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en Astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.

CANALLE, J. B. G.; OLIVEIRA, I. A. G. Comparação entre os tamanhos dos planetas e do Sol. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 11, n. 2, p. 141-144, 1994.

COMPIANI, M. **As Geociências no Ensino Fundamental**: um estudo de caso sobre o tema “A formação do Universo”. 1996. 225 f. Tese (Doutorado em Metodologia do Ensino) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1996.

CUBERO, R. **Cómo trabajar con las ideas de los alumnos**. 4. ed. Sevilla: Díada, 1997. 68 p.

DARROZ, L. M. *et al.* Evolução dos conceitos de Astronomia no decorrer da educação básica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 17, p. 107-121, 2014.

DEUS, M. F. **As contações de histórias problematizadoras no ensino de Astronomia no 2º ano do ensino fundamental**: entrelaçando fantasia e conhecimentos. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Humanas) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

FAGUNDES, A. L. **Avaliação de uma hipermissão educacional sobre as fases da Lua**. 2014. 164 p. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. 3. ed. Porto Alegre: ArtMed, 2009.

GARCIA, R. El desarrollo del sistema cognitivo y la Enseñanza de las Ciencias. **Revista del Consejo Tec. de la Educación**, n. 42, p. 33-57, 1982.

GIOVANNINI, O.; PELLENZ, D.; CATELLI, F. O lado escuro da Lua nunca apanha Sol?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 17, p. 91-106, 2014.

GOMIDE, H. A.; LONGHINI, M. D. Modelos mentais de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental sobre o dia e a noite: um estudo sob diferentes referenciais. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 24, p. 45-68, 2017.

KRIPPENDORFF, K. **Content Analysis: an Introduction to Its Methodology**. 2. ed. Thousand Oaks, California: Sage Publications, Inc., 2004.

LANGHI, R. Educação em Astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um Eclipse Lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 1, n. 7, p.15-30, 2009.

LANGHI, R.; MARTINS B. A. Um estudo exploratório sobre os aspectos motivacionais de uma atividade não escolar para o ensino da Astronomia. **Caderno Brasileiro do ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 64-80, 2018.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2004.

LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar a Astronomia**. 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências – modalidade Física) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2. ed. Rio de Janeiro: EPU, 2013.

MALUF, V. J. **A Terra no espaço: a desconstrução do objeto real na construção do objeto científico**. 141 p. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciências/Ensino de Física) – Instituto de Educação, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2000.

NISTAL, M. T. F.; PEÑA, B. M. Elementary School Teachers' Conceptions of the Planet Earth and Gravity. Implications for Science Education. **Revista electrónica de investigación educativa**, v. 10, n. 2, 2008.

NUSSBAUM, J. Children's conceptions of the Earth as a cosmic body: a cross-age study. **Science Education**, v. 63, n.1, p. 83-93, 1979.

OSBORNE, R.; FREYBERG, P. **El aprendizaje de las ciencias: influencia de las "ideas previas" de los alumnos**. 3. ed. Madrid: Narcea, 1998.

PELLENZ, D. **Astronomia no ensino de ciências: uma proposta potencialmente significativa**. 2015. 129 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2015.

PEÑA, B. M.; QUILEZ, M. J. G. The importance of images in astronomy education. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1125-1135, 2001.

PIAGET, J. **Introduction à l'epistemologia génétique**. v. 1: La pensée mathématique. Paris: PUF, 1949.

POFFO, R. I. M. **Análises de estratégias de ensino e aprendizagem sobre conceitos relacionados à Astronomia no ensino fundamental II**. 2011. 75 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2011.

POZO, J. I.; GÓMEZ CRESPO, M. A.; LIMÓN, M.; SANZ, A. **Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia**. Madrid: CIDE, 1991.

POZO, J. I. Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas. **Revista Alambique**, p. 18-26, 1996.

PUZZO, D. **Um estudo das concepções alternativas presentes em professores de 5ª série do Ensino Fundamental sobre as fases da Lua e Eclipses**. 2005. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2005.

RODRIGUES, F. M.; BRICCIA, V.; MORAES, B. C. O ensino por investigação como abordagem didática em temas de Astronomia: possibilidades de uma aprendizagem significativa. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 4., 2016, Goiânia. **Anais ...**, Goiânia: SAB, 2016.

ROSA, V. **Ciência em forma de história para a compreensão dos conceitos científicos**. 2010. 122 f. Dissertação (Mestrado em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática) – Programa de pós-graduação em ensino de ciências naturais e matemática, Universidade de Blumenau, Blumenau, 2010.

SANTOS, C. J. S. *et al.* Ensino de Ciências: novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental. **Revista Monografias Ambientais**, v. 14, p. 217-227, 2015.

SANTOS, J. R. V.; DALTO, J. O. Sobre análise de conteúdo, análise textual discursiva e análise narrativa: investigando produções escritas em matemática. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 5., 2012, Petrópolis. **Anais...**, Petrópolis, 2012.

SARAIVA, J. A. F. **A Teoria de Piaget como sistema de referência para a compreensão da “Física Intuitiva”**. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências: Modalidade Física), Universidade de São Paulo, São Paulo, 1986.

SARAIVA, M. F.; SILVEIRA, F. L.; STEFFANI, M. H. Concepções de estudantes universitários sobre as fases da Lua. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, p. 63-80, 2011.

SOARES, A. C.; MAUER, M. B.; KORTMANN, G. L. Ensino de Ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: possibilidades e desafios em Canoas-RS. **Revista Educação, Ciência e Cultura**, v. 18, n. 1, p. 49-61, 2013.

TORRE, S. L. **Aprender com os erros: o erro como estratégia de mudança**. Porto Alegre: ArtMed, 2007.

VOELZKE, M. R.; ALBRECHT, E. O ensino da Astronomia no ensino médio brasileiro sob diferentes abordagens metodológicas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Anais ...**, Rio de Janeiro: SAB, 2011.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the day/night cycle. **Cognitive Science**, v. 18, p. 123-183, 1994.

VOSNIADOU, S.; BREWER, W. F. Mental models of the Earth: a study of conceptual change in childhood. **Cognitive Psychology**, v. 24, p. 535-585, 1992.

Artigo recebido em 25/03/2019.

Aceito em 20/01/2020.

O ENSINO DE ASTRONOMIA E AS POSSÍVEIS RELAÇÕES COM O PROCESSO DE ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA

*Fábio Matos Rodrigues*¹
*Viviane Briccia*²

Resumo: Apresentamos nesse artigo uma discussão teórica sobre as possíveis relações entre o ensino de temas Astronômicos e os eixos estruturantes da Alfabetização Científica (SASSERON, 2015). Nesse estudo discute-se como características da Astronomia, aliadas ao ensino por investigação, tornam-se fortes aliadas ao processo de Alfabetização Científica, por possuir temas e atributos que podem tornar os alunos mais participativos no espaço educacional. Por meio de discussões que envolvem percepções e aplicações no dia a dia, o céu pode ser considerado como um elemento motivador, podendo modificar o espaço de aprendizagem da sala de aula, diminuir a distância entre discussões científicas e o cotidiano do aluno e também uma aproximação entre a teoria e a prática. Nesse sentido, apresentamos como a inserção de temas de Astronomia pode potencializar a leitura crítica do mundo para os estudantes, tornando-os mais autônomos e próximos do conhecimento científico em suas contextualizações, constituindo-se num forte aliado no processo de Alfabetização Científica.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Discussões Científicas; Alfabetização Científica; Autonomia.

LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMIA Y SUS POSIBLES RELACIONES CON EL PROCESO DE ALFABETIZACIÓN CIENTÍFICA

Resumen: En este artículo presentamos una discusión teórica sobre las posibles relaciones entre la enseñanza de temas astronómicos y los ejes estructurantes de la alfabetización científica (SASSERON, 2015). Este estudio discute cómo las características de la Astronomía, aliadas a su enseñanza mediante la investigación, se convierten en fuertes aliados del proceso de Alfabetización científica, ya que tiene temas y atributos que pueden hacer que los estudiantes sean más participativos en el espacio educativo. A través de discusiones que involucran percepciones y aplicaciones diarias, el cielo puede considerarse como un elemento motivador, puede modificar el espacio de aprendizaje en el aula, reducir la distancia entre las discusiones científicas y la vida diaria del estudiante y también una aproximación entre teoría y práctica. En este sentido, presentamos cómo la inserción de temas de astronomía puede mejorar la lectura crítica del mundo para los estudiantes, haciéndolos más autónomos y más cercanos al conocimiento científico en su contextualización, convirtiéndose en un fuerte aliado en el proceso de Alfabetización Científica.

Palabras clave: Enseñanza de Astronomía; Discusiones Científicas; Alfabetización Científica; Autonomía.

TEACHING OF ASTRONOMY AND ITS POSSIBLE RELATIONS WITH THE PROCESS OF SCIENTIFIC LITERACY

Abstract: We present in this article a theoretical discussion about the possible relations between the teaching of astronomical subjects and the structuring axes of Scientific Literacy (SASSERON, 2015). This study discusses how features of Astronomy, allied to teaching by investigation, become strong allies to the process of Scientific Literacy, since it has themes and attributes that can make students more participative in the educational space. Through discussions that involve daily perceptions and applications, the sky can be considered as a motivating element, can modify the learning space of the classroom, reduce the distance between scientific discussions and the student's daily life and also an

¹ Universidade Estadual Paulista (UNESP), Bauru, Brasil. E-mail: rodriguesfm.unesp@gmail.com.

² Universidade Estadual de Santa Cruz (UESC), Ilhéus, Brasil. E-mail: vivianebriccia@gmail.com.

approximation between theory and practice. In this sense, we present how the insertion of Astronomy themes can enhance the critical reading of the world for students, making them more autonomous and closer to scientific knowledge in their context, becoming a strong ally in the process of Scientific Literacy.

Keywords: Teaching of Astronomy; Scientific Discussions; Scientific Literacy; Autonomy.

1 Introdução

O ensino de Ciências tem sido alvo de várias discussões em pesquisas e em diversos cenários acadêmicos. Em tais discussões, a descontextualização se destaca como um forte obstáculo ao ensino e, acima de tudo na aprendizagem dos estudantes. A contextualização é fundamental para aproximar os estudantes do conhecimento e suas formas de construção, tornando-os mais participativos no contexto escolar, por “situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização” (KATO; KAWAZAKI, 2011, p. 36).

Essa prerrogativa deve-se ao fato de que em diferentes contextos enfatiza-se elementos como a memorização, repetição de conceitos e a estruturação matemática da linguagem científica compreendida em sala de aula. Estas ações corroboram o modelo tradicional de ensino, tornando o processo de aprendizagem sobre temas científicos algo menos atraente e destinados àqueles que tem familiaridades com a matemática. Sobre o modelo tradicional e a afirmação anterior afirma Santos (2007, p. 484) que:

A escola tradicionalmente não vem ensinando a os alunos a fazer a leitura da linguagem científica e muito menos a fazer uso da argumentação científica. O ensino de ciências tem-se limitado a um processo de memorização de vocábulos, de sistemas classificatórios e de fórmulas por meio de estratégias didáticas em que os estudantes aprendem os termos científicos, mas não são capazes de extrair o significado de sua linguagem.

Embora tenham havido muitas pesquisas que surgiram na área de ensino de Ciências e em grande parte nos últimos 40 anos (SANTOS, 2007), Rosa; Rosa, (2012, p. 9) afirmam que o ensino de Ciências ficou durante muito tempo arraigado “aos processos de ensino tradicional, voltados apenas para a informação, sem qualquer vínculo com as concepções modernas de educação”. Nesse sentido, a quebra de vínculo entre o ensino de Ciências e o modelo tradicional de ensino torna-se alvo de muitas discussões no cenário acadêmico.

Nesse modelo tradicional de ensino, os processos de investigação científica que apresentam fatores essenciais para aprendizagem como: a historicidade da ciência, a argumentação e a aplicação prática no contexto do dia a dia (SASSERON, 2015), ficam excluídas do planejamento dos professores, independente do conteúdo a ser abordado. Isso se deve ao fato de que a reprodução desse modelo de ensino não está pautada na falta de conhecimentos pedagógicos em si, mas a quebra da relação entre a teoria e a prática pedagógica (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

Vinculado a esta questão encontra-se outro fator também importante a ser destacado no ensino de Ciências: a fragmentação de sua linguagem. Esta se ramifica e estrutura as diversas áreas do conhecimento: Biologia, Química e Física, entre outras. Entretanto Chassot (2008, p. 63) afirma que “a ciência pode ser considerada uma linguagem construída pelos homens e pelas mulheres para explicar o nosso mundo

natural. Nesse sentido, o autor apresenta uma perspectiva alternativa quanto as fragmentações da Ciência em suas especificidades. Para Chassot (*op.cit.*), a divisão em Ciências Naturais e Ciências Humanas parecem inadequadas na prática, pois a Química, a Física, a Biologia e mesmo a Matemática são também Ciências Humanas, no sentido de que a Ciência, de um modo geral, são construções humanas, ainda que se desconsidere essa afirmação como o cerne para o estabelecimento da classificação.

Observamos ainda que cada área da Ciência apresenta fatores históricos conectados a contextos socioculturais de diferentes povos e épocas, remontando um cenário histórico-científico que deve estar presente no ensino de Ciências, a fim de gerar uma fundamental compreensão da Ciência como uma construção social (HODSON, 2014; BRICCIA; CARVALHO, 2011).

Em contextos sócio-históricos diferentes sociedades e ao longo de diferentes períodos históricos, a humanidade voltou-se para o céu com admiração, independente da cultura e concepções ideológicas acerca do que se contemplava. Tendo a história da Ciência como a base para a construção do pensamento científico-crítico, não se pode negar que, inicialmente a observação do céu e, posteriormente, o estudo dos astros, em cenários primordiais da existência humana, destacaram-se como objeto da curiosidade humana em compreender o propósito da sua existência.

Por meio dela, o homem sempre atribuiu ao céu características filosóficas, antropológicas, mitológicas e teológicas que de certa forma influenciavam sua cultura, das quais podemos destacar: as estrelas, capazes de orientar a direção a ser seguida; as posições relativas da lua influenciavam nas crescentes das marés, que para algumas comunidades influenciavam o próprio desenvolvimento das mesmas; e as constelações que permitiam interpretações pessoais como um meio de fé e dependência (RODRIGUES, 2014).

Nesse sentido a Astronomia propiciou contribuições significativas para o processo de evolução do pensamento científico, bem como a tentativa perene de elucidar um dos maiores mistérios da humanidade: o universo. Entretanto, independente da percepção até hoje exercemos as mesmas práticas que os nossos antepassados e, às vezes, com os mesmos questionamentos acerca do que observamos. Com efeito, reconhecer a Astronomia como parte da história das Ciências, cultura e, como apontaremos adiante, uma forte aliada ao processo de Alfabetização Científica, pode potencializar o ensino de Ciências por meio de atividades investigativas com participações mais reflexivas acerca do que se contempla.

2 A Importância da Astronomia para ao Ensino de Ciências

Olhar para o céu, compreender seus movimentos aparentes e se compreender em relação ao seu lugar no Universo sempre foram objetos da curiosidade do homem. Canito (1973 p. 39-40) assinalou que: “o estudo do Céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos”. Com efeito, esta curiosidade humana pode ser fomentada na inserção de temas de astronomia em sala de aula, orientando o estudante a buscar explicações para compreender fenômenos que se contemplam. A Astronomia ainda se mostra rica para o

Ensino por traz explícita a interdisciplinaridade, que leva em conta as contribuições para as outras áreas da Ciência, servindo muitas vezes como base fundamental para discussões científicas e exploração das aplicações de diversos conhecimentos. Estes aspectos apresentados podem despertar o interesse dos alunos no desenvolvimento de conceitos científicos que estão presentes em seu cotidiano, assim como leva-los a fazer uma leitura de mundo a partir do olhar da ciência, para além de leituras de senso comum baseadas em observações cotidianas do céu.

Trilhando por vias de pensamentos similares, Tignanelli (1998, p. 87) destaca a Astronomia como “[...] um motor poderoso o suficiente para permitir ao docente [...] aproveitar a curiosidade por essa ciência para não somente desenvolver conceitos básicos, mas favorecer o desenvolvimento de outros pertencentes a diferentes disciplinas científicas e humanas”, o que pode ser encarado como uma temática importante de ser discutida em sala de aula.

Entretanto, ensinar Astronomia de uma forma autônoma, constitui-se num desafio a ser superado, pois esta deve contemplar o intuito de inserir o aluno no âmbito investigativo e participativo de tal forma que o mesmo se torne protagonista de seu próprio conhecimento. Tendo explicitamente um caráter motivador, trabalhar Astronomia em sala de aula pode desenvolver nos alunos um olhar diferenciado para as outras faces da Ciência devido a característica interdisciplinar que a Astronomia possui (LANGHI; NARDI, 2005).

De acordo com Langhi (2009, p. 19) “o alto grau de interdisciplinaridade da astronomia é uma qualidade singular que poderia ser aproveitada beneficemente em sala de aula como um instrumento de conexão entre as diferentes ciências que nela confluem”, podendo motivá-los a conhecer tanto as características conceituais, como também a forma de como se dá a construção do conhecimento científico. Nesse aspecto, Kantor (2001, p. 17) destaca que:

A Astronomia pode ser um ótimo tema para desenvolver a capacidade de observação, análise e interpretação de fenômenos naturais, uma vez que alguns acontecimentos astronômicos são de fácil observação. Outra vantagem da Astronomia é que alguns fenômenos terem implicações no cotidiano: a contagem de tempo, dia e a noite, as fases da lua e as estações do ano são experiências vivenciadas por todos, portanto pode-se a partir deles obter um aprendizado significativo. Além disso, o céu é um laboratório à disposição de tantos quantos queiram utilizar de suas facilidades para o ensino.

Diante das afirmações supracitadas, podemos configurar algumas indagações: o que significa ensinar Astronomia? Baseado, nos aspectos destacados anteriormente, significa desconstruir a visão simplista de que a Ciência é algo irredutível e inquestionável que infelizmente ainda se faz presente na compreensão de muitos professores. Com essas características, a Astronomia pode ser considerada como uma ciência que propicia a integração entre a teoria e a prática. Sobre esse aspecto Trevisan e Queiroz (2009, p. 2) afirmam que:

O ensino de Astronomia é elemento estimulador para o aprendizado em Ciências, capaz de ampliar, viabilizar e colaborar para a apresentação e compreensão de conhecimentos científicos possibilitando uma formação crítica e reflexiva para a plena participação do cidadão na sociedade em que vive.

Devido a aplicabilidade, a Astronomia permite uma percepção mais ampliada sobre outros fenômenos naturais, cativando ainda mais a curiosidade dos alunos como um elemento importante na construção cidadã do indivíduo diante do mundo que o cerca. Nesse aspecto, nas aulas de Ciências a Astronomia pode desenvolver nos alunos uma disposição de participarem das aulas externando suas dúvidas e percepções, permitindo uma reorientação no que se refere ao conteúdo da própria aula, conforme já apresentado anteriormente.

Neste aspecto, compreendemos que uma das características a ser destacada sobre a Astronomia é que seu fascínio independe da faixa etária, pois todos nós estamos inseridos num mesmo espaço experimental, a saber: o céu. Essa característica da Astronomia possibilita uma integração das perspectivas teórica e prática (BRASIL, 1998) e, embora haja essa relação, a Astronomia tem uma base bem fundamentada na história dos povos devido às aplicações no dia a dia. Entendemos, portanto que, exemplos envolvendo a história da Ciência com ênfase em aspectos relacionados à Astronomia são normalmente utilizados em aulas de Ciências para mostrar o caráter provisório da construção histórica e ainda humana da Ciência (VANNUCHI, 2004). Um clássico exemplo é a visão de mundo geocêntrica e heliocêntrica, que se encontra na maioria dos livros didáticos de física.

Trilhando por vias de pensamento similares Caniato (1973, p. 39-40) que aponta algumas motivações para se ensinar Astronomia, das quais destacamos:

- A Astronomia, pela diversidade dos problemas que propõe e dos meios que utiliza, oferece o ensejo de contato com atividades e desenvolvimento de habilidades úteis em todos os ramos do saber e do cotidiano da ciência.
- A Astronomia oferece ao educando, como nenhum outro ramo da ciência, a oportunidade de uma visão global do desenvolvimento do conhecimento humano em relação ao Universo que o cerca.
- A Astronomia oferece ao educando a oportunidade de observar o surgimento de um modelo sobre o funcionamento do Universo, bem como a crise do modelo e sua substituição por outro.
- A Astronomia oferece oportunidade para atividades que envolvam também trabalho ao ar livre e que não exigem material ou laboratórios custosos.
- A Astronomia oferece grande ensejo para que o homem perceba sua pequenez diante do Universo e ao mesmo tempo perceba como pode penetrá-lo com sua inteligência.
- O estudo do céu sempre se tem mostrado de grande efeito motivador, como também dá ao educando a ocasião de sentir um grande prazer estético ligado à ciência: o prazer de entender um pouco do Universo em que vivemos.

Baseados nesses argumentos, entendemos que 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.

Procuramos, nesta seção, destacar a Astronomia como uma temática interdisciplinar, que desenvolve um importante papel para o ensino de diferentes componentes curriculares, de aspectos sobre a construção do conhecimento científico, e, ainda, do desenvolvimento de habilidades de observação, de análise e de criticidade em

relação ao mundo, o que, acreditamos ser um importante pilar para o ensino de Ciências Naturais.

3 A Astronomia e a Interdisciplinaridade nos documentos oficiais: dos Parâmetros Curriculares Nacionais à Base Nacional Comum Curricular

No que se refere à interdisciplinaridade Langhi (2009) descreve que a maioria das várias áreas do conhecimento humano, a saber: a matemática, a física, a geografia, a filosofia, a sociologia, a música, a literatura, podem ter sido potencializadas pela Astronomia. Em diferentes comunidades percebe-se que a contemplação do céu influenciou a contagem de tempo. Em Milone *et. al* (2018, p. 15) encontramos a descrição de que “o conceito de semana de 7 dias originou-se da duração de cada período lunar marcante ou do culto diário aos sete astros errantes pelos babilônios”. Como os babilônios possuíam uma cultura permeada pela Astronomia, os dias da semana receberam nomeações dos astros. O domingo era dedicado ao Sol, segunda-feira à Lua, terça a Marte, quarta a Mercúrio, quinta a Júpiter, sexta a Vênus e sábado a Saturno.

Milone *et. al* (*op.cit.*) também afirmam que as nomeações dos dias da semana “originaram-se dos nomes em latim desses astros (Solis, Lunae, Martis, Mercurie, Jovis, Veneris e Saturni respectivamente)”. É possível perceber que essa influência ainda hoje permaneceu em algumas línguas, como, por exemplo, o espanhol: Lunes, Martes, Miércoles, Jueves, Viernes, Sábado e Domingo, ou ainda na língua inglesa, onde a origem de *alguns* dias da semana tem, também relações com os astros, como Saturday (derivado de Saturno) e Sunday e Monday, que representam dia do sol e dia da Lua, respectivamente. A língua portuguesa, por receber uma forte influência do cristianismo não seguiu essa orientação.

Por estes e outros aspectos, a inserção da Astronomia no ensino, seja ele formal ou informal, exerce um papel fundamental para se discutir Ciências com alunos, professores e comunidade em geral, favorecendo assim uma ampliação da cultura científica devido ao tema e possibilidades de discussões em questão, unido ao fascínio que os fenômenos astronômicos trazem a qualquer público.

Por esta razão, entendendo essa importância dada a Astronomia os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN do Ensino Fundamental apresentam algumas características acerca do ensino de temas a ela relacionados. Tratando-se dos aspectos apresentados em Ciências Naturais os PCN apresenta quatro grandes eixos ou blocos temáticos para ensino no terceiro e quarto ciclo, são eles: “Terra e Universo”, “Vida e Ambiente”, “Ser Humano e Saúde” e “Tecnologia e Sociedade”. No eixo “Terra e Universo”, os documentos oficiais de Ciências Naturais apontam a necessidade de se socializar a temática Astronomia conferindo a ela noções sobre a compreensão sobre o Universo, o espaço, o tempo, a matéria, o ser humano, a vida, seus processos e transformações (BRASIL, 1998).

De acordo com Langhi e Nardi (2012, p. 134), o terceiro ciclo é balizado pelo sistema Sol-Terra-Lua, onde geralmente se aborda replicações do Sistema Solar em modelos tridimensionais, dia e noite, estações do ano, fases da Lua, movimento das

marés, eclipses. Os autores prosseguem argumentando que “no ciclo seguinte, os assuntos são ampliados e aprofundados, tais como comparações entre planetas, abordados de forma a evidenciar escalas de distância e grandeza em unidades usuais como o metro”. Cabe salientar que esses aspectos descrevem as indicações para o ensino de ciências cuja principal meta descrita é: “mostrar a Ciência como um conhecimento que colabora com a compreensão do mundo e suas transformações, para reconhecer o homem como parte do universo e como indivíduo [...]”. (BRASIL, 1998, p. 21).

Dessa forma, atividades práticas, além de visitas a observatórios, planetários, associações de astrônomos amadores, museus de Astronomia e de Astronáutica e exposição de fotos ou vídeos presentes na internet podem ser implementadas nos planejamentos das aulas. Entretanto é importante destacar que essas iniciativas como visitas a outros espaços de formação supracitados, geralmente não ocorrem pelo fato de que a maioria das escolas se encontram muito distantes desses locais e também pode estar relacionado à falta da mesma experiência na formação inicial do professor responsável. Porém, não podemos esquecer que observar o céu é algo universal e se custos. Por esta razão, a participação dos alunos na observação direta do céu, com característica inicial da socialização de um tema relacionado à Astronomia é apresentado como sugestão nos PCN, onde em Brasil (1998, p. 66) a abordagem de temas relacionados à Astronomia deve conter a:

[...] observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário.

Outras orientações sobre a astronomia, se baseiam no fato de que a abordagem desta temática pode proporcionar o trabalho com conceitos importantes que refletem como se dá a construção do conhecimento científico. Também apresentado nos PCN, um dos exemplos citados é o tratamento dado à “quebra de paradigmas” como no caso do modelo geocêntrico para o heliocêntrico. Os documentos oficiais advertem ainda que o conhecimento deve ser socializado, levando-se em consideração o conhecimento prévio dos estudantes. Encontramos tal destaque em Brasil (1998, p. 95):

O conhecimento do modelo heliocêntrico de Sistema Solar, com nove planetas girando ao redor do Sol é também difícil, ao colocar-se para os estudantes o conflito entre aquilo que observam, ou seja, o Sol desenhando uma trajetória curva no céu, e aquilo que lhes ensinam sobre os movimentos da Terra.

Baseado nesse pressuposto, os PCN indicam a importância de se valorizar o conhecimento prévio dos alunos como algo positivo na construção de conhecimentos, pois esses documentos (BRASIL, 1998, p. 96) salientam que “os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola”. Nesse contexto, deve-se levar em consideração as ideias prévias dos alunos de modo a verificar suas concepções sobre o que observam sugerindo uma ação coletiva na tentativa de confrontar as principais interpretações sobre aquilo que está sendo observado.

Compreendendo o enfoque dado a observação em Astronomia, explicitamente os PCN sugerem que os professores que atuam no Ensino Fundamental devam estar munidos das orientações pedagógicas para mobilizar o conteúdo de maneira satisfatória a fim de que os alunos sejam orientados, segundo os PCN (BRASIL, 1998, p. 96) a:

[...] identificar algumas constelações, mediante observação direta; compreender a atuação da atração gravitacional, a causa do dia e da noite, bem como das estações do ano; as distinções entre as teorias geocêntrica e heliocêntrica, estabelecendo relações espaciais e temporais na dinâmica e composição da Terra e, finalmente, valorizar o conhecimento historicamente acumulado, considerando o papel de novas tecnologias e o embate de ideias nos principais eventos da história da Astronomia até os dias de hoje.

Compreendemos assim que os PCN enfatizam a valorização do conhecimento historicamente acumulado, sendo a mesma um processo de construção coletiva de conhecimento científico e filosófico que permeou a diversas sociedades em diferentes épocas. Apoiado nessa afirmação os PCN em relação a Astronomia descrevem a importância da "valorização dos conhecimentos de povos antigos para explicar os fenômenos celestes" (BRASIL, 1998, p. 67). Tendo em vista esse aspecto, tratar a Astronomia como composição histórica da evolução das Ciências confere a ela um *status* importante a ser discutido em sala de aula visto que, na maioria das vezes, a compreensão do fazer Ciência perpassa pela utopia onde "somente seres brilhantes tem acesso" e somente eles podem modificá-la.

Na Base Nacional Comum Curricular – BNCC, a importância para a questão de Terra e Céu também é retomada. Diferente do PCN, onde o bloco temático Terra e Universo era tratado apenas no Ensino Fundamental II, ou os dois últimos ciclos, na BNCC, para todo o Ensino Fundamental, o conhecimento em Ciências da Natureza está dividido em 3 Unidades Temáticas, sendo elas: Matéria e Energia, Vida e evolução e Terra e Universo. Nesse último a BNCC em Brasil (2017, p. 328) apresenta que:

Na unidade temática Terra e Universo, busca-se a compreensão de características da Terra, do Sol, da Lua e de outros corpos celestes – suas dimensões, composição, localizações movimentos e forças que atuam entre eles. Ampliam-se experiências de observação do céu, do planeta Terra, particularmente das zonas habitadas pelo ser humano e demais seres vivos, bem como de observação dos principais fenômenos celestes. Além disso, ao salientar que a construção dos conhecimentos sobre a Terra e o céu se deu de diferentes formas em distintas culturas ao longo da história da humanidade, explora-se a riqueza envolvida nesses conhecimentos, o que permite, entre outras coisas, maior valorização de outras formas de conceber o mundo, como os conhecimentos próprios dos povos indígenas originários.

Assim, o olhar da BNCC está tanto para o local: a Terra e suas interações, como também para questões históricas que permeiam o Ensino de Ciência e a questão da astronomia. Já no segundo ano do Ensino Fundamental, o que está no também chamado ciclo de Alfabetização, observamos que já surgem objetos de conhecimentos relacionados ao céu, em Brasil (2017, p. 335) como: Movimento aparente do Sol e o Sol como fonte de Luz e Calor, trazendo por objetivos:

- Descrever as posições do Sol em diversos horários do dia e associá-las ao tamanho da sombra projetada;

- Comparar o efeito da radiação solar (aquecimento e reflexão) em diferentes tipos de superfície (água, areia, solo, superfícies escura, clara e metálica etc.).

Este conhecimento segue por todos os anos do Ensino Fundamental, se estruturando no estudo da astronomia para além do olhar de dentro do planeta, mas para a galáxia e o céu como um todo, chegando em Brasil (2017, p. 351), ao nono ano aos seguintes objetivos:

- 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).
- 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.).
- Selecionar argumentos sobre a viabilidade da sobrevivência humana fora da Terra, com base nas condições necessárias à vida, nas características dos planetas e nas distâncias e nos tempos envolvidos em viagens interplanetárias e interestelares.
- Analisar o ciclo evolutivo do Sol (nascimento, vida e morte) baseado no conhecimento das etapas de evolução de estrelas de diferentes dimensões e os efeitos desse processo no nosso planeta.

Compreendemos assim que o tema vem sendo apontado como muito significativo para o Ensino de Ciências da Natureza já desde sua apresentação nos PCN e que toma uma maior importância dentro da BNCC, mais atualmente, partindo de questões locais, para questões mais amplas.

4 Alfabetização Científica: Tendência ou Necessidade Educacional?

O que se entende por alfabetização científica na cultura educacional brasileira hoje em dia, perpassa consensos e dissensos entre muitos pesquisadores. Devido a pluralidade de perspectivas entre eles, a definição do que se pensa acerca desse termo, como dimensão mais estruturada da educação, a maioria das vezes partem do mesmo cerne apontado por Chassot (2003, p. 91), como “[...] a necessidade atual que privilegia uma educação mais comprometida”. Apesar de não haver um conceito fechado esses autores comungam de um mesmo pensamento no que se refere a importância de se trabalhar nessa perspectiva com os alunos para que eles compreendam os fenômenos naturais e, com isso, tenham uma nova leitura de mundo.

Uma das possíveis definições acerca da Alfabetização Científica e o seu papel nas aulas de Ciências Naturais, pode ser encontrada em Chassot (2000, p. 34), que define:

A alfabetização científica como o conjunto de conhecimentos que facilitaríamos aos homens e mulheres fazer uma leitura do mundo onde vivem. Amplio mais a importância ou as exigências de uma alfabetização científica. Assim como exige-se que os alfabetizados em língua materna sejam cidadãos e cidadãos críticos, em oposição, por exemplo, àqueles que Bertolt Brecht classifica como analfabetos políticos, seria desejável que os alfabetizados cientificamente não apenas tivessem facilitada a leitura do mundo em que vivem, mas entendessem as necessidades de transformá-los, e transformá-los para melhor.

Por esse aspecto e baseado nas características da Alfabetização Científica, autores a classificam como sendo uma perspectiva de ensino de ciências que mobiliza a percepção e torna tanto alunos quanto professores com sujeitos participantes na construção do conhecimento.

Ao considerarmos o termo “Alfabetização” como a compreensão de uma estrutura de linguagem, admitimos que a Alfabetização Científica ocorra à medida que haja a construção e compreensão de uma estrutura de linguagem de cunho científico. Portanto, ao concebermos a Ciência como uma linguagem a ser compreendida devemos admitir que por direito, sua linguagem deve privilegiar a todos.

Sobre esse aspecto, Chassot (2003, p. 49) enfatiza que “[...] a cidadania só pode ser exercida plenamente se o cidadão ou cidadã tiver acesso ao conhecimento”. Entretanto, assim como existem técnicas para se compreender uma linguagem, existem meios ao qual possamos compreender a linguagem científica, e é nesse âmbito que se destaca a Alfabetização Científica.

Esse acesso ao conhecimento, articulado com uma leitura de mundo é evidenciada nos trabalhos de Sasseron (2015) e Sasseron e Carvalho (2011). Para as autoras, que ressaltam estar baseadas nas ideias de Paulo Freire, o conceito de Alfabetização, refere-se a uma autoformação, que proporciona “uma postura interferente do homem em seu contexto”. Para Chassot (2008) quando se considera a Ciência uma linguagem, permite-nos estabelecer que, uma pessoa é considerada alfabetizada cientificamente se a mesma compreende essa linguagem.

Portanto, podemos ampliar tais definições afirmando que num contexto mais amplo da aprendizagem que ser alfabetizado cientificamente é saber ler e compreender a linguagem de um fenômeno natural não se limitando a uma das faces da Ciência, mas permitir a reconstrução de conceitos outrora ignorados, como uma parte de uma explicação mais generalizada do mesmo fenômeno. Assim, um analfabeto científico é aquele incapaz de reconhecer signos e fazer conexões com os mesmos, impossibilitando sua leitura e compreensão acerca do que se contempla.

Ainda para as questões atuais que permeiam a sociedade e a Educação, Sasseron (2015), Teixeira (2013) e outros autores tem apontado a Alfabetização Científica como o principal objetivo para o Ensino de Ciências. Segundo Chassot (2003) e Aguilar (1999), a Alfabetização Científica comporta três características: um conhecimento dos fazeres cotidianos da ciência, da linguagem científica e da decodificação das crenças aderidas a ela. Nesse sentido, possibilita a desmistificação de possíveis distorções sobre o que se entende e socializa a respeito dos fenômenos naturais numa perspectiva muito mais atraente e criativa, trazendo a oportunidade em se questionar o funcionamento e a forma de se compreender as manifestações naturais no entorno (LORENZETTI; DELIZOICOV, 2001, SASSERON; CARVALHO, 2011).

Por essas atribuições, a Alfabetização Científica ganha destaque, uma vez que, compreendendo a linguagem da ciência, podemos manipular, controlar e prever transformações que podem ocorrer na natureza. Nessa perspectiva, a Ciência pode ser compreendida como “conhecimento que, em constante interrogação de seu método, suas origens e seus fins, procura obedecer a princípios válidos e rigorosos, almejando esperada coerência interna e sistematicidade” (CHASSOT, 2008, p.65).

As características apresentadas pelos autores supracitados nos permitem inferir que o pré-requisito básico da Alfabetização Científica, em linhas gerais, é promover nas crianças a possibilidade de “fazer ciência”, não no sentido de construir a Ciência formal, mas de participar de processos de investigação próximos aos que se dão em relação ao conhecimento científico. Ainda, segundo Carvalho e Gil-Pérez (2006, p. 91), também pode se aproximar o aluno do “saber fazer”, ou seja: descobrir e participar dela da Ciência, possibilitando a construção de uma leitura crítica do mundo que a cerca, assim como a autonomia e liberdade de expressar-se no que tange a capacidade de buscar soluções a uma dada situação-problema. Sobre a autonomia, cabe uma reflexão importante, proposta por Kamii (1986, p. 72), onde apresenta o argumento de que:

A essência da autonomia é que as crianças se tornam capazes de tomar decisões por elas mesmas. Autonomia não é a mesma coisa que liberdade completa. Autonomia significa ser capaz de considerar os fatores relevantes para decidir qual deve ser o melhor caminho da ação.

Dentro de uma perspectiva construtivista, a autonomia torna-se importante para destacar, pois a mesma faz com que os alunos percebam que os livros didáticos são “tutores” que apontam direções a serem trilhadas para novas descobertas. Nesse sentido, os professores exercem uma função mediadora, que juntamente com o livro didático conduzem a vivência da experimentação na ciência, como fundamental para construir o pensamento científico e precisam estar engajados com o intuito de inserir este ensino no contexto dos estudantes (CHASSOT, 2008).

Assim, um ensino que leva o aluno a ser autônomo e alfabetizado cientificamente torna-se um componente importante para a formação educacional das crianças no que tange ao exercício da própria cidadania.

5 O Ensino de Astronomia e sua aproximação com os Eixos Estruturantes da Alfabetização Científica

Diante da discussão até aqui apresentada sobre a importância da Alfabetização Científica como um objetivo do Ensino de Ciências e, por esta razão, parte do processo de cidadania, nos remetemos ao Ensino de Astronomia como um meio de alcançar esse objetivo. Como já colocamos anteriormente, a Astronomia é uma Ciência presente no cotidiano dos cidadãos e objeto de curiosidade histórica.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2011) é possível dimensionar a Alfabetização Científica, por meio de eixos estruturantes que norteiam a construção de uma visão mais crítica do mundo e com isso podem ser considerados como pilares da Alfabetização Científica, são eles: *compreensão básica dos termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais; compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos políticos que circundam sua prática* e *o entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. As autoras ainda destacam que os eixos estruturantes como elementos fundamentais para que se promova o início da Alfabetização Científica, onde segundo elas:

As propostas didáticas que surgirem respeitando esses três eixos devem ser capazes de promover o início da Alfabetização Científica, pois terão criado oportunidades para trabalhar problemas envolvendo a sociedade e o ambiente, discutindo, concomitantemente, os fenômenos do mundo natural

associados, a construção do entendimento sobre esses fenômenos e os empreendimentos gerados a partir de tal conhecimento (SASSERON; CARVALHO, 2011, p.76).

Cada eixo possui uma característica fundamental para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes, que são importantes de serem apresentadas nessa discussão. O estudo de Sasseron (2013) nos orienta a uma compreensão acerca de cada eixo. Segundo a autora a *compreensão básica dos termos conhecimentos e conceitos científicos fundamentais*, entendido como primeiro aspecto a ser considerado remete diretamente às práticas pedagógicas que potencializem o desenvolvimento de conhecimentos científicos durante as aulas.

Nesse sentido, os professores necessitam compreender os conceitos e a forma de socializa-los de modo a promoverem uma reflexão crítica de situações do cotidiano por meio de situações-problema. Esse argumento também é compartilhado por Chassot (2013), como base para o desenvolvimento de procedimentos metodológicos que viabilizem o processo de Alfabetização Científica.

Sobre este eixo podemos indicar possíveis contribuições da Astronomia, partindo de discussões fenomenológicas interdisciplinares, uma vez que a Astronomia possui essa característica (LANGHI, 2009; RODRIGUES, 2016). Em Ciências podem ser abordado temas que se iniciem como discussão perguntas do cotidiano como “o porquê de o céu ser azul?”, no questionamento sobre “qual os melhores horários para se tomar um “banho de sol” na praia?”, como também tratar de informações mais aprimoradas, como compreender o fenômeno observáveis como: dia e noite, estações do ano e suas implicações na agricultura e influência na vida sociocultural da humanidade ao longo dos tempos, que são conceitos científicos básicos e necessários para uma compreensão de mundo.

Assim, podemos compreender que a construção de uma leitura de mundo, baseada em conceitos Astronômicos básicos e em ideias e conceitos científicos, e não apenas baseados em observações e construções de senso comum, fazem parte de um processo de Alfabetização Científica.

No que se refere ao eixo estruturante *compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos políticos que circundam sua prática*, a autora nos elucida que esse eixo está relacionado à compreensão da natureza investigativa promovida pela ciência. Nesse sentido entende-se que por meio dela, o indivíduo possui a capacidade de analisar questões do dia a dia de forma crítica, pautada em conceitos científicos que perpassam as fases de: “[...] aquisição e análise de dados, síntese e decodificação de resultados que originam os saberes” (SASSERON, 2013, p. 46).

Em relação a este eixo, a Astronomia tem sido objeto de grandes contribuições, uma vez que diversos temas abordados têm sido utilizados nas relações diretas da História da Ciência e também da contextualização relacionada a ela. Entre eles, podemos observar: as revoluções científicas (sistemas geocêntrico e heliocêntrico, a história de Galileu), a evolução histórica da Ciência (de Newton à Einstein sobre a discussão da gravitação) o lado humano do conhecimento científico (contribuições dos conhecimentos gerados em estudos específicos da Astronomia que foram adaptados como tecnologias que melhoram a qualidade de vida), entre outros, que são princípios norteadores da natureza das Ciências, como resultado de diversas colaborações de diferentes sociedades e épocas.

E, por fim, o eixo que trata do *entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente*. Sabe-se que as implicações da Ciência e da tecnologia, interferem diretamente no desenvolvimento das demais áreas. Nesse sentido o currículo de Ciências deve ser pensado de forma integrada a elas, com o intuito de discutir questões importantes como as implicações da própria Ciência para o dia a dia e o viés de interesse que a mesma apresenta que nem sempre está voltado para o bem-estar comum dos cidadãos. Apoiado nesse pressuposto percebemos que as orientações contidas nesse eixo possibilitam um conhecimento crítico de modo a oportunizar os indivíduos a pensarem em questões que envolvem questões científicas e a sua participação ativa na sociedade (VANNUCHI, 2004).

Apesar de Sasseron em seus diversos trabalhos apresentar três eixos distintos de Alfabetização Científica, observamos que os mesmos não aparecem de forma separada no ensino. Questões que envolvem a história da Ciência podem se aproximar de maneira intensa de questões conceituais, apresentadas no primeiro eixo e também de relações existentes entre a Ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente, o terceiro eixo estruturante de alfabetização científica. Outras questões relacionadas à astronomia, como, por exemplo, a corrida espacial e o desenvolvimento de novas tecnologias provenientes deste momento histórico, trazem uma visão ampla destas relações assim como a análise de questões sócio históricas referentes ao momento em voga.

Nesse sentido, discussões sobre o papel social da Ciência podem ser direcionadas pelo ensino de temas relacionados à Astronomia, por exemplo, à “poluição luminosa”, que interfere na observação do céu, da forma que era realizada por nossos antepassados. Como fruto de um planejamento inadequado causado pelo direcionamento incorreto da iluminação artificial e tão prejudicial observações astronômicas noturnas.

A poluição luminosa além de impactarem a fauna local modificam a cadeia alimentar de animais de hábitos noturnos, causam impactos consideráveis na saúde humana pelo excesso de luminosidade vindo pelo mau direcionamento dos postes, além de causarem um desperdício considerável de energia elétrica (BARGHINI, 2010; GARGAGLIONI, 2007). Assim a discussão sobre temas relacionados à Astronomia também pode resgatar aspectos relacionados ao avanço da tecnologia e da Ciência e seus impactos socioambientais.

Outro exemplo relacionado medicina, evolve o melhoramento de imagens geradas por meio de raios-x. Uma vez que a radioastronomia tem sido um alicerce muito relevante e atual para o estudo do Universo, a tecnologia empregada se desdobra em novos recursos e estes aplicados em diversas áreas, não somente em medicina para a detecção de fraturas ou doenças, mas na visualização de bagagens em aeroportos e etc.

Em termos de sustentabilidade, destacam-se pesquisas que envolvem as baterias nos telescópios e sondas espaciais, utilizando a fusão nuclear. Inúmeras pesquisas têm sido mobilizadas para se ampliar o uso de instrumentos mecânicos que tem por função melhorar a percepção dos objetos celestes e como em Astronomia as escalas são absurdamente grandes, resta aos cientistas elaborarem mecanismos que ampliem a vida útil das baterias utilizadas nos instrumentos. Ainda se tratando de imagens, as tecnologias utilizadas em telescópios também se desdobram em aparelhos utilitários nos dias de hoje, tais como as câmeras em celulares e telas frontais com muitas funcionalidades.

Tais usos e implicações se aproximam de temas sócio científicos, como destacado por Santos e Mortimer (2009), sendo que estes temas são apresentados pelos autores como essenciais para a formação cidadã e contextualizados em questões atuais que envolvem a Ciência e a Sociedade.

Assim, entendemos que os casos aqui apresentados representam algumas relações entre o terceiro eixo já mencionado e que podem ser aproximados, estudados e aprofundados por meio de temas de Astronomia para discussão em sala de aula. Sob essa perspectiva compreendemos que a Astronomia se relaciona diretamente com os eixos estruturantes da Alfabetização Científica na forma apresentada no Quadro 1.

Eixos estruturantes da Alfabetização Científica	Aspectos do eixo presentes no Ensino de Astronomia
Compreensão básica dos termos, conhecimentos e conceitos científicos fundamentais	Compreensão de conceitos científicos apresentados em questões básicas do cotidiano que envolvem discussões e observações fenomenológicas.
Compreensão da natureza das ciências e dos fatores éticos políticos que circundam sua prática	Compreensão do papel humano na construção colaborativa, crítica e histórica da Ciência como um processo.
Entendimento das relações existentes entre ciência, tecnologia, sociedade e meio-ambiente	Desenvolvimento crítico sobre o papel da Ciência na humanidade e desdobramentos aplicados em novas tecnologias produzidas.

Quadro 1 - Relações entre aspectos do Ensino de Astronomia que podem proporcionar aproximações com os devidos eixos de Alfabetização Científica.

As relações apresentadas nos fazem inferir que, o ensino de temas de Astronomia, trazendo os aspectos apontados no quadro, podem desenvolver noções fundamentais para o conhecimento científico dos estudantes, e ainda a inserção em um processo de Alfabetização Científica, que objetiva construir a autonomia dos estudantes, visto que por meio dela abrange-se o contexto sócio, político e cultural e histórico de construção da Ciência. Considerando uma abordagem adequada, entendemos que a Astronomia poderá não somente oferecer suporte aos objetivos de se ensinar Ciências, como também em certa medida, potencializar possíveis indicadores da Alfabetização Científica tornando a aprendizagem em Ciências mais significativa.

6 Considerações finais

Com base nos aspectos supracitados que relacionam a Alfabetização Científica e características levantadas acerca do ensino de Astronomia, entendemos que, a inserção de tal área de conhecimento no ensino de Ciências, pode gerar discussões fundamentais que levem os alunos à uma percepção crítica em relação a construção e evolução do pensamento científico. Somado a este aspecto, compreendemos ainda que o Ensino de Astronomia também possibilita novos caminhos para construção de conceitos científicos que estão presentes no cotidiano dos alunos, sendo um aporte para a formação de uma leitura e compreensão de mundo.

A característica interdisciplinar da Astronomia também traz a oportunidade para o trabalho com aspectos históricos, epistemológicos, conceituais e sociais relacionados à construção desse conhecimento pelo homem em diversos momentos da história da humanidade, nos dando evidências de que o mesmo pode gerar discussões

profícuas em relação a tais aspectos. Ressaltamos ainda que os temas interdisciplinares contemplam ainda os eixos de Alfabetização Científica, podem auxiliar no trabalho com conceitos, com a Natureza da Ciência e relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente.

A percepção de fenômenos relacionados ao dia a dia, tornam-se também fundamentais para diminuir a distância entre as principais discussões científicas e a realidade dos estudantes, uma vez que os mesmos teriam base para construir alicerces que podem possibilitar relação entre seus conhecimentos e observações do cotidiano e os conhecimentos que são aceitos pela Ciência.

Concluimos, portanto, que ensino de Astronomia faz parte do processo de leitura crítica de mundo e que a curiosidade natural do homem para fenômenos relacionados ao céu, pode ser utilizada como elemento motivador nas aulas de Ciências. Destacamos ainda a necessidade do mesmo ser mediado de maneira adequada, por meio de metodologias investigativas e participativas que fomentem discussões importantes para a compreensão do fazer científico.

Referências

- AGUILAR, T. **Alfabetización científica para la ciudadanía**. Madrid: Narcea, 1999.
- BARGHINI, A. **Antes que os vaga-lumes desapareçam ou a influência da iluminação artificial sobre o ambiente**. São Paulo: Annablume, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular (versão final)**. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_publicacao.pdf. Acesso em: 20 mai. 19.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. MEC/SEMTEC, 1998.
- BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir do uso de um texto histórico na escola média. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**. v. 10, n. 1, p. 1-22, 2011.
- CANIATO, R. **Um projeto brasileiro para o ensino de física**. 1973. Tese (Doutorado) – Programa de Pós-Graduação em Educação, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas, 1973.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências**. Coleção Questões da nossa Época. 8. ed. São Paulo: Cortez, 2006.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, 2011.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí. 2000.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, v. 23, n. 22, p. 49-100, 2003. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09.pdf. Acesso em: 27 jul. 2019.

CHASSOT, A. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo: Cortez, 2008.

GARGAGLIONI, S. R. **Análise legal dos impactos provocados pela poluição luminosa do ambiente**. 2007. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Engenharia da Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2007.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: different goals demand different learning methods. **International Journal of Science Education**. v. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

KAMII, C. **A criança e o número**: implicações educacionais da teoria de Piaget para a atuação junto a escolares de 4 a 6 anos. 4. ed. Campinas: Papirus, 1986.

KANTOR, C. A. **A Ciência do Céu**: uma proposta para o Ensino Médio. 2001. 126 p. Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, São Paulo. 2001.

KATO, D. S.; KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do Ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de Ciências. **Ciência & Educação**, v. 17, n. 1, p. 35-50, 2011

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências, UNESP, Bauru. 2009.

LANGHI, R.; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do ensino fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 2, p. 75-92, 2005.

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

LORENZETTI, L. DELIZOICOV, D. Alfabetização Científica no contexto das séries iniciais. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n.1, 2001.

MILONE, A. C.; WUENSCH, C. A.; RODRIGUES, C. V.; D'AMICO F.; JABLONSKI, F. J.; CAPELATO, H. V.; BRAGA, J.; CECATTO, J. R.; ODYLIO, J. W. V. B.; AGUIAR, D.; MIRANDA, O. D.; VILLELA, T. **Introdução à Astronomia e Astrofísica**. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE): São José dos Campos INPE-7177-PUD/38, 2018. (Apostila).

RODRIGUES, F. M. **Os saberes docentes num curso de formação continuada em ensino de astronomia**: desafios e possibilidades de uma abordagem investigativa. 2016. 136 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências): Universidade Estadual de Santa Cruz. Ilhéus. 2016.

- ROSA, C. W.; ROSA, Á. B. O ensino de ciências (Física) no Brasil: da história às novas orientações educacionais. **Revista Iberoamericana de Educación**, n. 58, v. 2. 2012.
- SANTOS, W. L. P. Educação Científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36. 2007. Disponível em: www.scielo.br/pdf/rbedu/v12n36/a07v1236.pdf. Acesso em: 30 ago. 2019.
- SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Abordagem de aspectos sociocientíficos em aulas de Ciências: possibilidades e limitações. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 2, p.191-218, 2009.
- SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio: pesquisa em educação em ciências**, v. 17. n. esp., p. 49-67, 2015.
- SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula: o papel do professor. In: CARVALHO, A. (Org.) *et. al.* **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 40-61.
- SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.
- TEIXEIRA, F. M. Alfabetização científica: questões para reflexão. **Revista Ciência & Educação**, v. 19, n. 4, p. 795-809, 2013.
- TIGNANELLI, H. Sobre o ensino da astronomia no ensino fundamental. In: WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das Ciências naturais: contribuições e reflexões**. Porto Alegre: Artmed, 1998.
- TREVISAN, R. H.; QUEIROZ, V. Investigação dos Conteúdos de Astronomia Presentes nos Registros de aula das séries iniciais do Ensino Fundamental. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. **Anais...**, Florianópolis: ABRAPEC, 2009. Disponível em:<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/872.pdf> . Acesso em 26 jun. 2014.
- VANNUCHI, A. I. A relação Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências: unindo pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 77-99.

Artigo recebido em 28/05/2019.

Aceito em 13/01/2020.

PANORAMA DE PESQUISAS EM ENSINO DE ASTRONOMIA NOS ANOS INICIAIS: UM OLHAR PARA TESES E DISSERTAÇÕES

Mayara Hilgert Pacheco¹
Marli Schmitt Zanella²

Resumo: O objetivo deste trabalho foi identificar o que revelam as pesquisas produzidas entre 2008 e 2018 sobre ensino de astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir de uma revisão bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações, no Banco de Teses da Capes e Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia, utilizando as palavras “ensino de astronomia”. Foram identificados e analisados vinte e três pesquisas. Os resultados indicam que o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental é uma área pouco explorada e revelam que: (1) há necessidade de repensar a formação inicial dos professores, visto que, durante a graduação muitos não tem contato com conteúdos de Astronomia; (2) os cursos de formação continuada podem suprir dificuldades do conhecimento e metodológicas do professor e (3) as pesquisas acadêmicas devem chegar até o professor dos anos iniciais para que estes possam participar de discussões acadêmicas sobre o tema.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Anos Iniciais do Ensino Fundamental; Teses e Dissertações; Revisão Bibliográfica.

PANORAMA DE LA INVESTIGACIÓN EN ENSEÑANZA DE ASTRONOMÍA EN LOS AÑOS INICIALES: UNA MIRADA A LAS TESIS Y DISERTACIONES

Resumen: El objetivo de este trabajo fue identificar lo que revelan las investigaciones realizadas entre 2008 y 2018 sobre la enseñanza de la astronomía en los primeros años de la Escuela Primaria a partir de una revisión bibliográfica en la Biblioteca Digital Brasileña de Tesis y Disertaciones, el Banco de Tesis da CAPES y el Banco de Tesis y Disertaciones sobre Educación en Astronomía, usando las palabras "enseñanza de la astronomía". Se identificaron y analizaron 23 trabajos. Los resultados indican que la enseñanza de la Astronomía en los años iniciales de la Escuela Primaria es un área poco explorada y revela que: (1) es necesario repensar la formación inicial de los maestros, ya que durante la graduación muchos no tienen contacto con los contenidos de Astronomía; (2) los cursos de educación continua pueden suplementar el conocimiento y disminuir las dificultades metodológicas de los maestros, y (3) la investigación académica debe llegar al maestro en los primeros años para que estos puedan participar en las discusiones académicas sobre el tema.

Palabras clave: Enseñanza de la Astronomía; Primeros Años de la Escuela Primaria; Tesis y Disertaciones; Revisión Bibliográfica.

PANORAMA ON RESEARCH IN ASTRONOMY TEACHING IN THE INITIAL YEARS: A VIEW OF THESES AND MONOGRAPHS

Abstract: The objective of this research is to identify the findings of researches made between 2008 and 2018 about astronomy at the beginning of Elementary School from a bibliographic review of *Digital Data Bank of Thesis and Dissertations*, *Bank of Thesis of CAPES* and the *Bank of Thesis and Dissertations on Education in Astronomy*, searched with the words “astronomy, initial years”. Twenty-three papers were

¹ Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil. E-mail: mayarahilgert@live.com.

² Universidade Estadual de Maringá, Maringá, Brasil. E-mail: marlischmitt@gmail.com.

identified and analyzed. The results indicated that the teaching of Astronomy at the Initial Years of Elementary School is a seldom explored area and reveal that: (1) there is a need to rethink the initial formation of teachers, given that, during their graduation most of them do not have contact with Astronomy; (2) continuing education courses can help overcome teacher's contents and methodological difficulties, and (3) the researches must reach the initial years' teacher so they can participate in the academic discussions about this theme.

Keywords: Education in Astronomy; Initial Years of Elementary School; Theses and Monographies; Bibliographical Review.

1 Introdução

A Astronomia está presente na vida do ser humano desde os primórdios. Ela é a mais antiga das ciências. Segundo Caniato (1993), há registros históricos que remetem a atividades astronômicas ligadas a povos da antiguidade chinesa, babilônica e egípcia, isto é, desde o princípio o homem olhou para o céu noturno em busca de respostas para suas indagações e explicações para os “humores” da natureza, o que talvez fizesse com que o céu se tornasse “o primeiro grande desafio à inteligência humana” (CANIATO, 2013, p. 15). Conseqüentemente, “a Astronomia teve importância capital para cada época, sendo várias as suas motivações: desde fatores econômicos (navegações e agricultura), religiosos e supersticiosos (astrologia), até a observação aliada a simples curiosidade” (LANGHI e NARDI, 2009, p. 1). Apesar de as origens da Astronomia e da Humanidade se confundirem, a influência desta ciência é forte, ainda hoje, em nossa cultura e conhecimento.

Para o ensino, a Astronomia possui um papel motivador. De acordo com Langhi (2016), quando o professor aborda temas astronômicos é desencadeado nos alunos uma série de perguntas sobre “buracos negros, origem do universo, vida extraterrestre, tecnologia aeroespacial etc.” (LANGHI, 2016, p. 10), ou seja, os alunos demonstram interesse pelo tema e conseqüentemente pelo conteúdo abordado pelo professor. Ao professor, a Astronomia oportuniza tratar o conteúdo a partir de uma visão global, devido ao seu elevado caráter interdisciplinar. Assim, “o aluno passa a entender como a ciência, bem como o conhecimento humano, são construídos ao longo dos séculos passando por paradigmas de pensamento” (LANGHI, 2016, p. 11). Entender que ciência é uma construção humana e, além disso, é feita coletivamente, dentro de um contexto social e cultural “[...] permite construir nas crianças a ideia de que o conhecimento científico nunca está acabado, ainda que na escola não se pretenda produzir conhecimento científico, e sim, trabalhar a alfabetização científica” (BARTELMÉBS e MORAES, 2012, p. 348). Desse modo, por meio do ensino de Astronomia se pode “desmistificar ideias de senso comum sobre fenômenos que acontecem no céu, libertando os alunos de certos temores e ignorância, como, por exemplo: os eclipses e o que eles causam, o aparecimento misterioso de objetos brilhantes e desconhecidos no céu” (LANGHI, 2016, p. 11).

Além disso, “a Astronomia é na sua essência a ciência da observação dos astros. Seu objetivo é situá-los, no espaço e no tempo, explicar seus movimentos e as suas origens, descobrir a sua natureza e as suas características” (MOURÃO, 1997, p.22 *apud* FERREIRA e MEGLHIORATTI, 2008, p. 2). O ensino de Astronomia possibilita explorar o ambiente e a realidade do aluno para estimulá-lo a questionar, levantar hipóteses e ideias sobre aquilo que se observa e se discute, aproximando o que é

abordado no contexto escolar daquilo que o aluno vivência, transformando os conhecimentos científicos em conhecimento elaborado pelo aluno para dar significado a cada um deles (SIMON, 2016). Muito além, o ensino de ciências naturais, e consequentemente de Astronomia, é parte constitutiva das culturas socialmente significativas, uma vez que,

As crianças exigem o conhecimento das ciências naturais porque vivem num mundo no qual ocorre uma enorme quantidade de fenômenos naturais para os quais a própria criança deseja encontrar uma explicação; um meio no qual estamos cercados de uma infinidade de produtos da ciência e da tecnologia que a própria criança usa diariamente e sobre os quais se faz inúmeras perguntas; um mundo no qual os meios de informação social a bombardeiam com notícias e conhecimentos, alguns dos quais não são realmente científicos, sendo a maioria supostamente científicos, mas de qualquer forma contendo dados e problemas que amiúde a preocupam (VÁZQUEZ, 1984, p. 11 *apud* WEISSMAN, 1998, p. 17).

Entretanto, apesar do ensino de Astronomia trazer benefícios “uma análise sobre a história mostra como a Astronomia sofreu uma gradual dispersão dos currículos escolares” (LANGHI, 2016, p. 11). Apesar de que as recentes diretrizes curriculares do ensino de Ciências Naturais apresentem temas relacionados a Astronomia integrados aos conteúdos de ambiente, ser humano e saúde e recursos tecnológicos, esta não está presente nos Parâmetros Curriculares Nacional (BRASIL, 1997), para os anos iniciais do Ensino Fundamental. Esta afirmativa também é evidenciada por Ferreira e Meglhioratti (2008) quando destacam que o ensino de Astronomia não tem sido abordado nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Atualmente, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), novo documento que normatiza o ensino e a aprendizagem, apresenta conteúdos de Astronomia na área de Ciências da Natureza, mas por ter sido aprovado em 2018 ainda não é possível afirmar sobre a inserção destes conceitos na Educação Básica.

Nos anos finais do Ensino Fundamental, os professores de Ciências e Geografia são, geralmente, responsáveis por trabalhar estes conteúdos, os quais, muitas vezes, não são trabalhados durante sua formação universitária, ou seja, exige-se que o professor ensine algo que ele não sabe. O mesmo ocorre com os professores de Física do Ensino Médio.

Como consequência, os professores, em geral, optam por duas alternativas: preferem não ensinar Astronomia ou buscam outras fontes de informações. Porém, há carência de fontes seguras sobre Astronomia, pois até mesmo livros didáticos apresentam erros conceituais. A mídia é escassa em documentários sobre este tema, e muitas vezes prefere exagerar no sensacionalismo em notícias que envolvem assuntos sobre o espaço sideral. Não temos uma quantidade suficiente de planetários, observatórios, museus de Ciências e associações de astrônomos amadores que poderiam servir de eficiente apoio ao ensino de Astronomia nas escolas (LANGHI, 2016, p. 11).

Dessa forma, assim como discursa Langhi (2009), o ensino de Astronomia é negligenciado, e propicia ou a falta de interesse dos professores em ensiná-la ou o ensinamento de conceitos errôneos, baseados no senso comum.

Com base nesses apontamentos, ponderam-se algumas questões: o que deve ser ensinado e por que deve ser ensinado? Essa é uma questão válida, visto que muitos professores, assim como os alunos, têm dúvidas sobre porque ensinar/aprender Astronomia. Por que estudar corpos tão distantes, como planetas, que, aparentemente,

não têm influência em nossas vidas? A motivação para o aprendizado, o engajamento nas discussões, o reconhecimento das questões como algo significativo está ligado a dimensão axiológica relacionada aos valores e fins que se atribui às coisas.

Nessa linha de raciocínio, somos conduzidos à Astronomia por curiosidade e necessidade de sondar o desconhecido, pois o ser humano “como um ser de atividade que é capaz de refletir sobre si e sobre a própria atividade que dele se desliga, o homem é capaz de afastar-se do mundo para ficar nele e com ele” (FREIRE, 1988, p. 31).

Estudos mostram que o Ensino Fundamental é uma etapa de essencial importância para a formação do indivíduo, pois, além de ser a fase onde se encontram a grande parte dos estudantes, é nesta que ocorrem os primeiros contatos com um corpo de conteúdos e conceitos científicos que contribuirão para o seu desenvolvimento no mundo e que vivemos (CARVALHO, 1998 *apud* QUEIROZ, 2008, p. 21).

Baseado nesse contexto o presente trabalho objetivou identificar o que revelam as pesquisas dos últimos 10 anos (2008 a 2018) sobre ensino de astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir de uma revisão bibliográfica.

2 Metodologia

O material consultado constituiu-se de teses e dissertações, na forma eletrônica, e foi submetido a análise de conteúdo de Bardin (2011), que representa um conjunto de técnicas de exploração de documentos capaz de produzir inferências de um texto focal para outro contexto de modo objetivado.

Segundo Bardin (2011) as diferentes fases da análise de conteúdo podem ser organizadas em torno de três momentos cronológicos: (i) pré-análise, no qual há a escolha dos documentos a serem submetidos à análise (leitura flutuante), a formulação das hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final; (ii) a exploração do material e (iii) o tratamento dos resultados e a interpretação do pesquisador.

Com objetivo de identificar o que revelam as pesquisas brasileiras sobre o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental realizamos uma pesquisa bibliográfica na Biblioteca Digital Brasileira de Teses e Dissertações³ (BDTD), Banco de Teses da CAPES⁴ e Banco de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia⁵ (BTDEA). Analisamos as pesquisas produzidas no período de 2008 a 2018 por considerarmos que a educação deve acompanhar as mudanças da sociedade, o que deve refletir na temática nos últimos anos.

O levantamento de dados, que resultou na pré-análise do material, foi realizado nesses portais pelo termo de busca “ensino de astronomia”. A partir desse termo, selecionamos apenas as pesquisas que abordaram o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental, dos quais analisamos 14 pesquisas de 183 identificadas na BDTD, 7 de 106 no Banco de Teses da CAPES e 16 pesquisas de 301 na BTDEA. Para isto fizemos uma leitura do resumo de todas as pesquisas identificadas nesses

³ <http://bdtd.ibict.br/vufind/>

⁴ <https://catalogodeteses.capes.gov.br/catalogo-teses#!/>

⁵ <http://www.btdea.ufscar.br/>

portais de teses e dissertações. Ressaltamos que os totais de pesquisas identificadas nesses portais abordavam o ensino de Astronomia em diferentes níveis de ensino ou apresentavam estudos teóricos sobre currículo ou manuais didáticos. Por esse motivo, nossa análise se baseou apenas naquelas pesquisas que desenvolveram situações de ensino e de aprendizagem de Astronomia voltada para os anos iniciais do Ensino Fundamental, e, portanto, os textos que formaram o corpus deste trabalho correspondem a vinte e três (23) pesquisas, considerando as interseções de pesquisas comuns identificadas nos três portais de busca.

Os trabalhos identificados foram sistematizados por tipo/categoria, tese/dissertação, ano de publicação, autor e título. Realizamos uma leitura completa das pesquisas publicadas entre 2008 e 2018, a partir da qual foi possível fazer inferências sobre o ensino de Astronomia no Brasil nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. As pesquisas selecionadas, totalizando 23, foram sistematizadas de forma a responder as seguintes questões: (1) Quais temas de Astronomia têm sido abordados nestas pesquisas? (2) Quais são as problemáticas do ensino de Astronomia? (3) Quais apontamentos estas pesquisas trazem sobre o ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental?

3 Discussão e análise dos dados

Por meio da leitura dos resumos e posteriormente das pesquisas completas sistematizamos apenas vinte e três pesquisas, que são apresentadas no quadro abaixo. O motivo de termos analisado apenas vinte e três pesquisas se deve ao fato de os demais trabalhos não incluíam situações de ensino e de aprendizagem ou não abordavam o ensino de Astronomia como foco principal da pesquisa. Assim pudemos dividir os trabalhos encontrados em dois grandes grupos envolvendo: (1) alunos e (2) professores, conforme representado no Quadro 1.

Ano	Tipo	Título	Autor	Universidade	Grupo
2008	D	Um curso introdutório à astronomia para a formação inicial de professores de ensino fundamental, em nível médio	Sonia Elisa Marchi Gonzatti	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	2
2009	D	Saberes docentes na formação inicial de professores para o ensino de Ciências Físicas nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Caroline Dorada Pereira Portela	Universidade Federal do Paraná	2
2009	D	Análise de Evolução das concepções Astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais (Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra)	Edson Pereira Gonzaga	Universidade Cruzeiro do Sul	2
2009	T	Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores	Rodolfo Langhi	Universidade Estadual Paulista	2
2010	D	O Ciclo de Experiência de Kelly e a teoria da aprendizagem significativa: uma reconciliação integradora para o ensino de astronomia com o uso de ferramentas computacionais	Mariel José Pimentel de Andrade	Universidade Federal Rural de Pernambuco	2

Quadro 1 - Pesquisas selecionadas na BDTD, BTDEA e Banco de Teses da CAPES (continua)

Ano	Tipo	Título	Autor	Universidade	Grupo
2011	D	Projeto “O calendário e a medida do tempo”: Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Simone Cristina de Freitas Mesquita	Universidade Estadual de Campinas	1
2012	D	O ensino de Astronomia nos anos iniciais	Roberta Chiesa Bartelmebs	Universidade Federal do Rio Grande	2
2012	D	A inclusão das tecnologias de informação e comunicação na prática docente dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental: análise de seu uso na abordagem dos conceitos de física	Franciele Braz de Oliveira Coelho	Centro Universitário Franciscano de Santa Maria	2
2012	D	Formação continuada de professores de ciência para o ensino de Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental	Rosemeire Dantas	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	2
2013	D	As contações de histórias problematizadoras no ensino de Astronomia do Ensino Fundamental: entrelaçando fantasia e conhecimentos	Mariana Ferreira de Deus	Universidade Federal de Uberlândia	1
2013	D	A forma e os movimentos dos planetas do Sistema Solar: uma proposta para a formação do professor em Astronomia	Flávia Polati Ferreira	Universidade de São Paulo	2
2014	D	Ensinando Ciências e explorando caminhos para o letramento em matemática e língua portuguesa no 2º ano do Ensino Fundamental	Deborah Valéria Barbosa Fideles da Costa	Universidade Estadual De Campinas	1
2014	T	Formação inicial de professores de ciências da natureza e matemática e o Ensino de Astronomia	Josué Antunes de Macêdo	Universidade Cruzeiro do Sul	2
2015	D	O processo de escolarização de crianças surdas no Ensino Fundamental: Um olhar para o ensino de ciências articulado aos fundamentos da Astronomia	Alessandra Bueno Ferreira	Universidade Estadual Paulista	1
2015	D	Alfabetização científica com um olhar incluso: estratégias didáticas para abordagem de conceitos de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental	Carolina Tereza de Araújo Xavier Medeiros	Universidade Federal Fluminense	1
2016	D	Utilização de Realidade Aumentada no desenvolvimento de Software Educacional: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia	Maria Adélia Icó dos Santos	Universidade Estadual de Feira de Santana	2
2016	T	Ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola	Roberta Chiesa Bartelmebs	Pontifícia Universidade Católica	2
2016	T	Um estudo sobre o Ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais	Michel Corci Batista	Universidade Estadual de Maringá	2
2016	D	O ensino de Astronomia no Ensino Fundamental: Percepção e saberes docentes para a formação de professores	Alessandra Daniela Buffon	Universidade Estadual de Maringá	2

Quadro 1 - Pesquisas selecionadas na BDTD, BTDEA e Banco de Teses da CAPES (continua)

Ano	Tipo	Título	Autor	Universidade	Grupo
2016	D	Ensino de Astronomia para os anos iniciais: uma proposta a partir da observação da Lua	Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon	Universidade Federal de São Carlos	1
2016	D	Os saberes docentes num curso de formação continuada em ensino de Astronomia: desafios e possibilidades de uma abordagem investigativa	Fábio Matos Rodrigues	Universidade Estadual de Santa Cruz	2
2016	T	Categorização das concepções astronômicas alternativas de professores após formação continuada	Edson Pereira Gonzaga	Universidade Cruzeiro do Sul	2
2017	D	Articulando ensino de Ciências e alfabetização em uma turma do primeiro ano do ensino fundamental: contribuições de uma sequência didática sobre o tema astronomia	Adriene da Silva Carvalho	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	1

Quadro 1 - Pesquisas selecionadas na BDTD, BTDEA e Banco de Teses da CAPES.

O primeiro grupo contempla oito trabalhos que envolvem alunos do Ensino Fundamental anos iniciais. Dentre estes, Ferreira (2015) investigou como ocorre o processo de aprendizagem de crianças com perdas auditivas nos anos iniciais do Ensino Fundamental, a partir da análise de determinados conceitos científicos abordados pelo professor nas aulas de ciências de duas escolas municipais. No desenvolvimento da pesquisa, Ferreira (2015) percebeu que seu objetivo de discutir o processo de escolarização de crianças com perdas auditivas em um ambiente comum aos ouvintes durante as aulas de ciências naturais não seria possível, uma vez que o ensino de ciências não era primordial nas turmas analisadas. Assim, a pesquisadora articulou o ensino de ciências com os fundamentos da astronomia (fases da Lua). Na escola A, foi constatado que a aluna com deficiência auditiva permaneceu no estado lúdico em relação aos acontecimentos e conceitos. Na escola B, apesar do material fornecido pela pesquisadora, a intérprete demonstrou falta de domínio científico em relação ao conteúdo, o que fez com que as informações fossem transmitidas de forma fragmentada ao aluno surdo. Assim, Ferreira (2015), entendeu que para que os alunos com deficiência auditiva tenham uma alfabetização científica de qualidade é necessário a implementação de uma educação bilíngue para surdos.

Medeiros (2015) pesquisou sobre as possibilidades e obstáculos presentes no processo de alfabetização científica de alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, em uma perspectiva de inclusão de alunos com deficiência visual, assim o autor apresentou sugestão didático-metodológica para o ensino de Astronomia, especificamente Sistema Solar, através de atividades que exploraram diversos sentidos dos alunos, como atividades cinético-espaciais, problematizações e maquetes. A autora concluiu que um dos maiores obstáculos encontrados durante a alfabetização científica de alunos dos anos iniciais, numa perspectiva de inclusão de não videntes, está ligado ao despreparo dos professores em relação aos conceitos científicos. Isso porque os professores consideram os conteúdos científicos demasiadamente complexos, conseqüentemente, se apegam ao livro didático e dão suas aulas de forma expositiva, utilizando-se excessivamente da visão e audição do aluno, aí a falta de inclusão.

Mesquita (2011) desenvolveu um projeto intitulado “O Calendário e a Medida do Tempo”, composto por três atividades, planejadas previamente, que foram

desenvolvidas no decorrer do ano letivo, a saber: (1) desenhar o céu duas vezes por semana em um mesmo horário, (2) anotar os horários de nascer e pôr do Sol diariamente, bem como a temperatura ambiente da sala de aula e (3) registrar a sombra e um objeto exposto ao Sol. Os dados coletados para análise foram provenientes dos registros orais e escritos dos alunos, diário de campo da professora, desenhos cartazes e relatórios das atividades e fotografias. A partir da análise dos dados coletados a autora concluiu que o projeto favoreceu a construção de um conhecimento integrado e interdisciplinar. Mas para isso, demandou esforço para romper com o contexto escolar educacional, baseado em um sistema de apostilas, controle e rigidez curricular. Além disso, foi preciso conhecer a realidade dos alunos da turma e suas famílias, pois as atividades necessitavam da participação e auxílio dos pais. Em relação aos alunos, Mesquita (2001), precisou levar em consideração que para a faixa etária dos anos iniciais há uma certa complexidade para se trabalhar conhecimento integrados, mesmo assim os alunos construíram, a partir das atividades e discussões, noções de clima, medida de tempo (ano, dia, estações, ...), como ocorre na construção do calendário.

Santos (2016) desenvolveu em aplicativo o “Jogo de Memória em Astronomia”, utilizando a Realidade Aumentada, voltado para alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental, no qual abordou os conceitos de planetas e algumas constelações. Destacamos que Santos (2016), utilizou a Realidade Aumentada de forma pioneira no ensino de Astronomia. Como resultado, constatou que há reais possibilidades de contribuição desta tecnologia em ambientes educacionais, pois esta tecnologia pode oferecer a possibilidade, ao docente, de utilizar recursos atuais em sala de aula, de maneira que a aula se torne mais dinâmica e interativa.

Simon (2016) propôs uma metodologia na qual a obtenção do conhecimento está envolta na construção da reflexão a partir da observação, neste caso observação, registros e desenhos da Lua durante a luação. Simon (2016), a partir de atividades de observação do céu com alunos do 2º ano do Ensino Fundamental, notou avanços nos conhecimentos dos alunos, que apesar da pouca idade apresentaram condições de se organizar e realizar observações de Lua. Algumas dificuldades foram encontradas pela pesquisadora como a falta de hábito de observar o céu à noite, o planejamento das atividades propostas, visto que há pouco material nesta área e voltados para essa faixa etária. Mesmo assim, Simon (2016), ressaltou que há a possibilidade de se trabalhar Astronomia com os anos iniciais do Ensino Fundamental explorando-se a observação e não se preocupando com o conteudismo, mas sim com o processo em que a aprendizagem científica ocorre, sem urgência em esgotar o conteúdo.

Deus (2013) analisou a potencialidade do uso de Histórias Problematizadoras (HP) como recurso para o ensino de Astronomia, especificamente movimento aparente do Sol e da Lua além de verificar se a observação do céu é comum à realidade dos alunos. A partir da utilização de HP com alunos do segundo ano do Ensino Fundamental, a autora analisou entrevistas e falas produzidas pelos alunos. Destaca-se que ao olharem para o céu os alunos não veem apenas objetos astronômicos, mas também objetos artificiais, de natureza biológica e atmosférica. Também utilizaram comparação para falarem sobre o movimento do Sol e da Lua, bem como o formato desses corpos celestes e utilizaram explicações do ponto de vista religioso, ou seja, explicaram fenômenos a partir daquilo que ocorre cotidianamente em suas vidas e não de um ponto de vista científico. Deus (2013) constatou que as HP tratam os temas

astronômicos de maneira lúdica, envolvendo o aluno de forma que ele permaneça ativo durante o processo de aprendizagem.

Costa (2014) investigou e avaliou as atividades presentes no portal “Física para crianças: o calendário e a medida do tempo”. Para tanto, a autora desenvolveu quatro atividades, com 25 alunos do 2º ano do Ensino Fundamental, com o objetivo de fazer as crianças perceber o que é o ano. As atividades desenvolvidas foram: observação e registro cotidiano das condições climáticas, observação do Sol tendo um poste como referência e registro, observação da sombra do poste projetada em uma cartolina com um intervalo de 20 dias entre cada observação e registro e uma atividade de duas etapas através de desenhos e escrita sobre a concepção dos alunos sobre o formato do planeta Terra e gravidade. Segundo Costa (2014), as atividades são de fácil aplicação e auxiliaram no desenvolvimento não só do conhecimento científico como da expressão oral dos alunos, por meio de discussões, e da escrita. Além disso, a autora notou o desenvolvimento da atitude investigativa dos alunos.

Carvalho (2017) elaborou e aplicou uma sequência didática a partir da observação celeste noturna e a história “Lá no Céu tem estrelas e muito mais”. O estudo foi realizado em uma turma do primeiro ano do Ensino Fundamental de uma escola da rede pública de ensino de Juiz de Fora e a coleta de dados se deu através do registro obtido a partir da observação participante. As análises dos dados evidenciam ações fundamentais à formação científica como observação, levantamento de hipóteses, comparação e registros quando da realização das atividades.

De forma sintetizada, apresentamos no Quadro 2 os autores desenvolveram seus trabalhos em torno dos seguintes temas: Lua e suas fases, Sistema Solar, Movimento do Sol e Lua, constelações e planetas, basicamente conteúdos elencados nos PCN para os anos iniciais do Ensino Fundamental.

Autor	Conceitos	Tipo de atividade	Ano letivo
Mesquita (2011)	Movimento aparente do Sol.	Leituras de textos, sistematizações em grupo, entrevistas com pessoas da comunidade e cadernos de memórias.	5º
Costa (2014)	Calendário e medida do tempo	Coleta e registro diário de dados referentes ao tempo, observação e registro da posição do Sol em relação a um poste, observação e registro da sombra do poste, atividades relacionadas ao formato da Terra e a gravidade.	2º
Deus (2013)	Movimento aparente do Sol e da Lua.	Discussão, observação do céu diurno e noturno a partir de Histórias Problematicadoras.	2º
Ferreira (2015)	Fases da Lua.	Atividade pedagógica constituída por discussões inicial, questões norteadoras e dinâmicas.	4º e 5º
Medeiros (2015)	Sistema Solar.	Problematização por meio de perguntas-chave, atividade cinético-corporal, uso de maquete tátil-visual.	5º
Santos (2016)	Planetas e algumas constelações.	Jogo da Memória, construído com Realidade Aumentada.	--
Simon (2016)	Lua e suas fases.	Observação diária da Lua com registro em forma de desenho do que era observado.	2º
Carvalho (2017)	Observação celeste	Observação diária do céu noturno, leitura e discussão.	1º

Quadro 2 - Conceitos e tipos de atividades desenvolvidas nas pesquisas.

O segundo grupo contempla quinze pesquisas voltadas para formação continuada e concepções de professores do Ensino Fundamental anos iniciais. Gonzatti (2008) desenvolveu um curso de astronomia à professores de séries iniciais, em nível médio, abordando conceitos e fenômenos relacionados à Terra como corpo cósmico (forma, campo gravitacional, movimentos e fenômenos astronômicos simples). Como resultados a autora indica que as estratégias adotadas colaboraram na construção de um modelo de Terra cósmica que se aproxima da visão cientificamente aceita.

Andrade (2010) investigou o uso de softwares educativos para simular fenômenos celestes e criar uma sequência didática para o ensino de Astronomia a partir do Ciclo da Experiência de Kelly (CEK) com estudantes de Pedagogia. A análise dos dados permitiu concluir que houve um ganho significativo de acertos após a participação dos alunos na sequência didática proposta, como também propor uma metodologia para o ensino de fenômenos celestes, como observação de dias e noites, estações do ano, fases da Lua e eclipses.

Bartelmebs (2012) objetivou compreender o ensino de Astronomia nos anos iniciais, a partir de uma proposta de Comunidade de Prática, grupos de pessoas que se organizam em torno de interesses comuns, estabelecendo relações de pertencimento que vão se intensificando ao longo do tempo. Assim, a pesquisadora convidou um grupo de professores para participarem de encontros quinzenais nos quais seriam trabalhados temas sobre o ensino de Astronomia. Ao todo foram realizados seis encontros. Durante os encontros os participantes foram instigados a refletir sobre temas astronômicos que acreditassem serem pertinentes para suas aulas de ciências. Para isso, definiu-se, inicialmente, que para cada encontro eles teriam que realizar uma pequena pesquisa, nos mais diversos materiais sobre temas e conteúdos de Astronomia. O material escolhido pelos professores tornou-se foco das reuniões e discussões, por meio das quais surgiram conjunto de ideias e dúvidas. Feito isso, os professores passaram a sistematizar suas ideias para a construção coletiva de planos de aulas.

Bartelmebs (2012) evidenciou, por meio da Comunidade de Prática, como o trabalho coletivo é produtivo e instigante para os docentes, pois através dela os professores puderam perceber que uma das possibilidades do ensino de astronomia é o exercício da dúvida, da pesquisa e da sistematização do conhecimento, isto é, o ensino de ciências baseado em respostas corretas e exatas impede o sujeito de desenvolver habilidades importantes. Perguntar pode ser a melhor maneira de ensinar, pois, pela pergunta mobilizamos o sujeito a pesquisar, a encontrar a resposta.

Em sua pesquisa de doutorado, Bartelmebs (2016) investigou compreender o desenvolvimento das ideias de professores sobre conhecimentos da astronomia através de um curso de extensão elaborado de acordo com o modelo de formação de professores proposto pelo Projeto IRES (Projeto de Inovação e Renovação Escolar). A partir dos questionários aplicados no decorrer do curso e dos diários dos professores a autora concluiu que a evolução dos professores ocorreu principalmente em relação às concepções que eles (professores) possuíam sobre Astronomia e sobre as ideias dos alunos, isto é, os professores passaram a reconhecer que os alunos vão para a sala de aula com ideias pré-concebidas que podem e devem ser utilizadas em sala para a construção do conhecimento, da mesma forma que os professores possuem essas ideias, que no decorrer do curso foram identificadas.

Batista (2016) investigou como ocorre a formação inicial de professores dos anos iniciais para o ensino de Astronomia, além de analisar a colaboração de uma oficina de Astronomia para a formação dos professores. Para isso, a pesquisa contou com três etapas: (1) estudo do enfoque dado à Astronomia no ensino de ciências, (2) investigação dos conteúdos de astronomia presentes nos livros didático de ciências aprovados pelo PNLN/2013 e (3) investigação dos saberes curriculares de um grupo de 10 alunas do curso de formação docente da cidade de Maringá. O autor reconheceu falhas na formação inicial dos professores dos anos iniciais, visto que os cursos de pedagogia são completamente voltados para os fundamentos da educação, métodos e técnicas de ensino, o que vai de encontro com o que é proposto nas Diretrizes Curriculares Nacionais, entretanto limita e não fornece o mínimo de condições para que o professor se capacite para ensinar ciências aos alunos. Uma consequência dessa condição é a de que quando confrontados e desafiados a ensinar Astronomia os professores se prendem ao conteúdo apresentado no livro didático, que de acordo com Batista (2016), exclui outros recursos e instrumentos didáticos. Apesar disso, o pesquisador aponta que cursos, seminários, oficinas e outras atividades ofertadas por universidade, secretarias e demais instituições, possuem um impacto positivo, em curto prazo, na formação dos docentes.

Buffon (2016) buscou compreender quão importante os professores consideram o ensino de astronomia no ensino fundamental, além de entender quais saberes permitem superar os obstáculos escolares cotidianos. Por meio da análise de gravações dos discursos de professores do Ensino Fundamental do Brasil e de Portugal, percebeu que do ponto de vista do docente a Astronomia possui significativa importância, pois desperta a curiosidade e o gosto do aluno, abrange questões culturais e desperta o interesse pela ciência em geral. Entretanto há muitos obstáculos pelos quais os professores precisam passar, como as falhas na formação, os recursos didáticos disponíveis, o tempo dado às aulas de ciências, entre outras coisas. Assim, Buffon (2016) defende que para que o ensino de astronomia ofertado aos alunos seja de qualidade é preciso dar voz aos professores que enfrentam os obstáculos cotidianamente, a fim de buscar soluções reais.

Coelho (2012) analisou o uso das Tecnologias de Comunicação (TIC) em aulas de Ciências dos anos iniciais, e investigou quais motivos levam os professores e utilizarem ou não as TICs em seus planejamentos e oferecer atividades de aprendizagem sobre conceitos iniciais de Astronomia com o uso de TIC. Assim, propôs atividades de aprendizagem sobre conceitos iniciais de Astronomia com o uso de TIC a docentes do ensino fundamental. Ao analisar os questionários aplicados, aliados as observações feitas pela autora durante as atividades, Coelho (2012) verificou que apesar de estarem familiarizados com as tecnologias, houve dificuldade por parte dos docentes em executar as atividades por falta de domínio de conhecimentos básicos de informática.

Dantas (2012) realizou uma pesquisa-ação colaborativa com seis professores de uma escola da rede municipal de Natal/RN com a finalidade de discutir quais os desafios de uma formação continuada em Astronomia em serviço mediante 14 encontros de formação continuada. Por meio da análise de gravações dos encontros realizados com os professores emergiram-se várias questões como: a falta de domínio dos conteúdos pelos professores, muitas concepções alternativas e falta de espaço para que os professores construam um conhecimento coletivo.

Ferreira (2013) investigou uma proposta de ensino-aprendizagem, composta por 12 atividades, envolvendo o tema “A forma e os movimentos dos planetas no Sistema Solar”, e com eixo central: a relação entre os modelos científicos aceitos atualmente e a observação cotidiana. A partir dos resultados obtidos mediante atividades que relacionavam observação com os modelos científicos atualmente aceitos indicou que alguns professores não conseguiram perceber as diferenças entre as observações e os modelos como, por exemplo, a forma da Terra observada no cotidiano e o modelo de formato da Terra, e aqueles que conseguem notar as contradições não sabem explicar porque isso ocorre.

Gonzaga (2009) elaborou um curso de extensão universitária para os professores da diretoria de ensino regional, que abrangem as cidades de Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra. O curso teve por objetivo: levantar as concepções alternativas, amparar os professores mediante palestras, discussões e oficinas, além de analisar a aprendizagem após o curso. O autor destacou que o curso permitiu a integração de professores de diferentes áreas, fez com que os professores se sentissem seguros em relação ao conteúdo, permitiu o pensar na carga horária, na adequação dos conceitos a faixa etária dos alunos e a percepção de que os professores devem estar sempre se atualizando e participando de cursos de formação continuada. Além disso, os professores consideram a Astronomia importante para a formação e compreensão de conceitos científicos.

Em sua pesquisa de doutorado, Gonzaga (2016) trabalhou a formação continuada a partir de orientações técnicas com 66 professores e um Planetário Digital Móvel, como espaço não formal de aprendizagem ao analisar concepções astronômicas alternativas de professores da rede estadual do estado de São Paulo, verificou-se que os professores possuem concepções astronômicas científicas e reconhecem que a formação continuada na área é necessária. O autor analisou quais são as concepções alternativas e científicas de professores que dão aula de Ciências, Geografia e Física na rede pública, além de como esses professores trabalham as concepções astronômicas alternativas com os estudantes de Ensino Fundamental e Médio.

Langhi (2009) investigou elementos essenciais para o desenvolvimento de processos formativos de quinze professores dos anos iniciais do ensino fundamental no decorrer de um curso de curta duração, além de identificar quais são as necessidades formativas, em relação aos conteúdos e metodologia do ensino de metodologia. O autor destaca que para que o ensino de Astronomia seja efetivo a formação de professores precisa sofrer alterações, de modo que contemple resultados de pesquisas sobre educação em Astronomia.

Macedo (2014) investigou as contribuições advindas do uso de recursos tradicionais articulados a tecnologias digitais para a autonomia de 32 futuros docentes de Ciências da Natureza e Matemática ao ensinarem Astronomia. Tal investigação se deu por meio da elaboração e aplicação de um curso semipresencial. Os resultados apontaram que durante sua formação apenas os futuros professores de Física tiveram contato com conteúdo de Astronomia, apesar de presente nos PCN os conteúdos de Astronomia não recebem atenção devida durante o ensino fundamental e médio. Em relação às tecnologias, Macedo (2014), notou que os professores foram receptivos em relação às ferramentas/tecnologias apresentadas por acharem que de fato elas contribuem para o processo de ensino-aprendizagem.

Rodrigues (2016) examinou como um curso de formação continuada pode contribuir para a construção de saberes dos docentes, sendo o curso baseado em atividades investigas na área da Astronomia. A partir da análise de vídeo gravação das atividades investigativas de um curso de formação docente, reconheceu que em cursos de formação docente há a necessidade de relacionar as concepções prévias dos docentes com as necessidades teórico-metodológicas, a fim de identificar e selecionar os saberes a serem trabalhados, possibilitando os professores a adotarem a Astronomia em suas aulas.

Portela (2009) investigou a formação inicial de professores nos anos iniciais do Ensino Fundamental a partir da análise de um episódio de ensino sobre movimento da Terra e estações do ano. Os instrumentos de pesquisa utilizados pela autora foram questionário abertos e entrevistas, direcionados a alunos do último ano do curso de Pedagogia. Portela (2009) constatou que a formação dos futuros professores é insuficiente para o ensino de Ciências, o que resulta em insegurança e despreparo por parte dos docentes. Além disso, as entrevistas evidenciaram que os futuros professores acreditam que apenas a utilização de matérias proporciona aprendizado.

Assim, as pesquisas que investigaram a formação inicial ou continuada de professores foram desenvolvidas em torno de determinados temas astronômicos, a saber: Sistema Solar, estações do ano, céu diurno e noturno, estrelas, constelações, eclipses, modelos de universo (geocentrismo e heliocentrismo), movimento do Sol e da Lua, Lua e suas fases e observação do céu. Além disso, alguns trabalhos, como os de Bartelmebs (2016), Coelho (2012), Gonzaga (2016), Soares (2010), Dantas (2012) e Langhi (2009) foram além do conteúdo, pois buscaram apresentar metodologias, instrumentos ou tecnologias que podem ser usadas durante as aulas de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. No Quadro 3 apresentamos uma síntese das atividades e conceitos de Astronomia desenvolvidos nestas pesquisas.

Autor	Conceitos	Atividades
Gonzaga (2009)	Galáxias, Sistema Solar, planetas e Plutão, cometas, relógio solar, relógio estelar, luneta galileana.	Questionários, palestras e oficinas.
Portela (2009)	Movimento da Terra e estações do ano	Entrevistas
Langhi (2009)	Dia e noite, fases da Lua, estações do ano, formato da órbita da Terra, conceitos de gravitação.	Discussão sobre o ensino de Astronomia, planejamento conjunto de aulas de aplicação, visita e aula no planetário de São Paulo, visita ao observatório didático astronômico da UNESP, discussões.
Buffon (2016)	Qual a importância da Astronomia no Ensino?	Entrevistas.
Bartelmebs (2012)	Sistema Solar, fases da Lua, vida fora da Terra.	Encontros quinzenais com a Comunidade Prática, com discussões em grupo, pequenas pesquisas sobre o tema em materiais diversos, organização de aulas de forma coletiva.
Coelho (2012)	Fases da Lua, Sistema Solar, Origem, forma e tamanho da Terra, movimentos da Terra.	Questionário, oficinas, entrevistas.

Quadro 3 - Conceitos e atividades desenvolvidas nas respectivas pesquisas (continua).

Autor	Conceitos	Atividades
Dantas (2012)	Formato da Terra, dias e noites, geocentrismo, heliocentrismo, estações do ano, Sistema Solar, Lua fases e eclipses.	Questionário, leitura, discussão, explicação com material concreto para formato da Terra, dia e noite e estações do ano, apresentação do vídeo da TV Cultura: de onde vem o dia e a noite, elaboração de síntese de livros, visita ao Planetário de Parnamirim.
Ferreira (2013)	A forma e o movimento dos planetas do Sistema Solar.	Questionário inicial, análise de imagens, representação da Terra com bolas de isopor e desenhos, observação do globo terrestre exposto a luz, problematização, discussão, observação, atividades práticas.
Macêdo (2014)	Sistema Sol – Terra – Lua, Sistema Solar, estrelas, evolução estelar, galáxias, características dos objetos astronômicos, Astronomia de posição.	Oficinas, maquetes, atividades práticas, observações noturnas e avaliações.
Buffon (2016)	Qual a importância da Astronomia no Ensino?	Entrevistas.
Gonzaga (2016)	Planetas, Plutão, Sol, oficina de relógios.	Questionário, oficina sobre planetas, Plutão, Sol e suas dimensões, oficina de relógios (Sol estelar), visita ao Planetário Digital Móvel.
Bartelmebs (2016)	Estações do ano, sistema Terra – Lua, eclipses, história do calendário, qual as concepções dos alunos sobre temas de Astronomia.	Questões abertas, elaboração de um “caixinha de dúvidas” para os alunos dos professores participantes, observação da Lua, discussões em grupo, atividades de demonstração.
Gonzatti (2008)	Fenômenos relacionados à Terra como corpo cósmico (forma, campo gravitacional, movimentos e fenômenos astronômicos simples)	Atividades escritas relacionadas à Terra.
Andrade (2010)	Dias e noites, estações do ano, fases da Lua, eclipses.	Sequência didática com atividades para discutir e analisar.

Quadro 3 - Conceitos e atividades desenvolvidas nas respectivas pesquisas.

Vale ressaltar o baixo número de pesquisas desenvolvidas com os alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental em comparação com o número de pesquisas voltadas para formação, seja inicial ou continuada, de professores. O fato de os pesquisadores estarem preocupados com a formação dos professores e buscarem formas de preparar esses docentes tanto em relação ao conteúdo, quanto em relação à prática pedagógica reflete diretamente nos alunos.

4 Conclusões

Objetivamos neste trabalho identificar o que revelaram as pesquisas a respeito do ensino de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Por meio da análise das teses e dissertações produzidas nos últimos 10 anos (2008 a 2018) e disponíveis no Banco de Teses da CAPES, BTDEA e BDTD, utilizamos como palavras de busca “ensino de astronomia” e selecionamos apenas 23 pesquisas que abordaram atividades de Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental. Após a leitura destas

identificamos 15 pesquisas relacionadas à formação de professores e metodologias, e 8 relacionadas a aprendizagem dos alunos dos anos iniciais.

Surpreendeu-nos o pequeno número de trabalhos identificados nestas bases de dados, uma vez que optamos por um período de dez anos. Quando buscamos por apenas trabalhos de ensino de Astronomia no Ensino Fundamental, de modo geral, há um número maior de pesquisas na área. Entretanto, quando restringimos aos anos iniciais do Ensino Fundamental nota-se que a pesquisa é ainda pouco expressiva, visto que, de acordo com os documentos oficiais como os PCN, a Astronomia está presente desde o primeiro ano do Ensino Fundamental. Porém, observa-se que Bretones e Megid Neto (2005), mostraram que as pesquisas em ensino de Astronomia são mais direcionadas, 62,5%, ao Ensino Fundamental anos finais, que compreende 6º a 9º ano, referenciados como 5ª a 8ª série na pesquisa.

Em complemento a essa observação, Bretones e Ortelan (2012) verificaram que os conteúdos mais abordados em teses e dissertações sobre Ensino/Educação de Astronomia são Sistema Sol-Terra-Lua e o Sistema Solar. O mesmo foi obtido nesta pesquisa, na qual 90% dos trabalhos se relacionam de alguma forma com o Sistema Sol-Terra-Lua. Além disso, Bretones e Ortelan (2012), enfatizam que poucos trabalhos se dedicam aos temas Tempo e Calendário, astronáutica e Astrofísica, entre outros. Nessa perspectiva, três pesquisas analisadas, como as pesquisas de Bartelmebs (2016), Costa (2014) e Mesquita (2011), abordam Tempo e Calendário.

De forma geral, as pesquisas revelaram que o principal desafio para o ensino de Astronomia é a formação do professor. Assim como discorre Batista (2016), os professores dos anos iniciais geralmente são formados em Pedagogia e não têm contato, durante a sua graduação, com os conteúdos de Astronomia, que futuramente terão que ensinar. A partir disso há a necessidade de se repensar a formação inicial e continuada desses profissionais e quão bem preparados eles estão para sua profissão.

Além disso, essa falha na formação profissional do professor atuante nos anos iniciais pode resultar em duas situações: (1) ou o professor, na obrigatoriedade de cumprir com os conteúdos, se prende aos livros didáticos reduzindo as aulas de ciências a uma exposição de informações, (2) ou ele vai optar por não ensinar temas ligados a Astronomia, por se sentir inseguro e ter a sensação de que são demasiadamente complexos.

Dessa forma, em relação aos professores, a formação continuada possui um elevado grau de importância no que se refere a suprir as falhas provindas da formação inicial. Entretanto, não podemos pensar nessa formação continuada apenas do ponto de vista conteudista, mas também em relação às metodologias. Consideramos importante que o professor tenha domínio do conteúdo a ser trabalhado, porém não podemos deixar de lado a forma com que ele deve ser abordado, especialmente no que se refere aos anos iniciais. Assim como defende Langhi (2009), deve haver uma transposição didática de conteúdos para o nível do fundamental, pois não podemos ensinar uma criança da mesma forma que ensinamos adolescentes e adultos. Por isso a importância em se desenvolver materiais didáticos, além do livro didático, que despertem nas crianças o hábito de olhar para o céu, o interesse pela ciência.

Desta forma, as pesquisas, as discussões acadêmicas, os materiais e as metodologias desenvolvidas devem chegar ao professor que está em sala de aula e que enfrenta esses obstáculos no cotidiano. Precisamos ouvir os professores dos anos

iniciais, convidá-los a participar das discussões acadêmicas, assim como fez Buffon (2016) e Batista (2016), bem como levar a esses professores as reflexões e discussões da comunidade científica. Assim como revelou Bartelmebs (2012), em relação ao aluno, o ensino de Astronomia nos anos iniciais é possível, visto que:

Um das muitas potencialidades permitidas pelo ensino de astronomia, nos anos iniciais, é o exercício da dúvida, da pesquisa e da sistematização do conhecimento. Perguntar pode ser a melhor maneira de ensinar, pois, pela pergunta mobilizamos o sujeito a pesquisar a encontrar uma resposta (BARTELMEBS, 2012, p. 111).

Dessa forma, o ensino de Astronomia deve ser pensado não como uma maneira de criarmos pequenos cientistas, que precisam ter completo domínio sobre os conceitos e fenômenos, mas como futuros cidadãos para compreender o mundo em que estão inseridos, que tem interesse pelo desenvolvimento da ciência e compreendem quão importante ela é para o desenvolvimento humano.

Como sugestão para futuras pesquisas os autores apontam as seguintes temáticas de estudo: à conceitualização científica de estudantes dos anos iniciais do Ensino Fundamental, materiais didáticos para o ensino de Astronomia para este público e um estudo mais aprofundado sobre os currículos dos cursos de graduação que abrangem conteúdos de Astronomia e metodologias de ensino científico.

Referências

ANDRADE, M. J. P. **O Ciclo de Experiência de Kelly e a teoria da aprendizagem significativa**: uma reconciliação integradora para o ensino de astronomia com o uso de ferramentas computacionais. 2010, 152 f. Dissertação. (Mestrado em Ensino de Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2010.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. 6. ed. São Paulo: Almedina. 2011. 229 p.

BARTELMEBS, R. C. **O ensino de Astronomia nos anos iniciais**: reflexões produzidas em um Comunidade de Prática. 2012. 119 f. Dissertação. (Mestrado em Educação em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2012.

BARTELMEBS, R. C. **Ensino de astronomia nos anos iniciais do ensino Fundamental**: como evoluem os conhecimentos dos professores a partir do estudo das ideias dos alunos em um curso de extensão baseado no modelo de investigação na escola. 2016. 535 f. Tese (Doutorado em Educação em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências. Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

BARTELMEBS, R. C.; MORAES, R. Astronomia nos anos iniciais: possibilidades e reflexões. **Revista Espaço Pedagógico**. Passo Fundo, RS, v. 19, p. 341-352, jul./dez., 2012.

BATISTA, M. C. **Um estudo sobre o ensino de Astronomia na formação inicial de professores dos anos iniciais**. 2016. 183 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciência e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Educação para Ciência e Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais**. Secretária da Educação Fundamental. 1997. Disponível em:
<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/livro04.pdf>. Acesso em: 10 out. 2019.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wp-content/uploads/2018/02/bncc-20dez-site.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**. v. 24, n. 2, p. 35-43, 2005. Disponível em: www.paulobretones.com.br/Artigo%20SAB%20v24_n2_2005_Bretones-Megid.pdf. Acesso em: 15 jan. 2019.

BRETONES, P. S.; ORTELAN, G. B. Temas e conteúdos abordados em Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo. **Anais ...**, São Paulo: Sociedade Astronômica Brasileira (SAB), 2012. Disponível em: www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2017/03/SNEA2012_TCO22.pdf. Acesso em: 15 jan. 2019.

BUFFON, A. D. **O Ensino de Astronomia no Ensino Fundamental: percepção e saberes docentes para a formação de professores**. 2016. 148 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

CARVALHO, A. S. **Articulando ensino de ciências e alfabetização em uma turma do primeiro ano do ensino fundamental: contribuições de uma sequência didática sobre o tema astronomia**. 2017. 94 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2017.

CANIATO, R. **O céu**. 2. ed. São Paulo: Ática, 1993. 265 p.

CANIATO, R. **Redescobrimo a Astronomia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2013. 144 p.

COELHO, F. B. D. O. **A inclusão das tecnologias de informação e comunicação na prática docente dos professores dos anos iniciais do ensino fundamental: análise de seu uso na abordagem dos conceitos de física**. 2012. 99 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Física e de Matemática, Centro Universitário Franciscano de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

COSTA, D. V. B. F. **Ensinando Ciências e explorando caminhos para o letramento em Matemática e Língua Portuguesa no 2º ano do Ensino Fundamental**. 2014. 108 f. Dissertação (Mestrado em Ensino e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Ensino e Matemática, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2014.

DANTAS, R. D. S. **Formação continuada de professores de ciencias para o esino de astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**. 2012. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

DEUS, M. F. D. **As contações de história problematizadoras no ensino de Astronomia no 2º ano do Ensino Fundamental: entrelaçando fantasia e conhecimentos**. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2013.

FERREIRA, A. B. **O processo de escolarização de crianças surdas no Ensino Fundamental: Um olhar para o ensino de ciências articulado aos fundamentos da Astronomia**. 2015. 190 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Unversidade Estadual Paulista, Bauru, 2015.

FERREIRA, D.; MEGLHIORTTI, F. A. Desafios e possibilidades no ensino de Astronomia. **Cadernos PDE**, v. 1, 2008. Disponível em: www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2356-8.pdf. Acesso em: 15 jan. 2018.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia RELEA**, n. 9, p. 7-15, 2010. Disponível em: www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146. Acesso em: 15 jan. 2018.

GONZAGA, E. P. **Análise da evolução das concepções astronômicas apresentadas professores de algumas escolas estaduais (Mauá, Ribeirão Pires e Rio Grande da Serra)**. 2009. 92 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2009.

GONZAGA, E. P. **Categorização das concepções astronômicas alternativas e professores após formação continuada**. 2016. 204 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Ciências Matemática) – Curso de Pós-Graduação em ensino de Ciências Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2016.

GONZATTI, S. E. M. **Um curso introdutório à astronomia para a formação inicial de professores de ensino fundamental, em nível médio**. 2008. 260 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Física em Rede Nacional, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

IACHEL, G. **Um estudo exploratório sobre o ensino de Astronomia na formação continuada da professores**. 2009. 203 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências de Bauru, 2009.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 372 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Curso de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.

LANGHI, R. **Aprendendo a ler o céu**. 2. ed. São Paulo: Livraria da Física, 2016.

LANGHI, R. NARDI, R. Educação em Astronomia no Brasil: alguns recortes. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, Vitória. **Anais Eletrônicos...**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física (SBF), 2009. Disponível em: www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xviii. Acesso em: 15 jan. 2018.

LIMA, M. L. D. S. **Saberes de Astronomia no 1º e 2º ano de ensino fundamental numa perspectiva de letramento e inclusão**. 2016. 149 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Ensino Ciências Naturais e Matemática, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2006.

MACÊDO, J. A. D. **Formação Inicial de Professores de Ciências da Natureza e Matemática e o Ensino de Astronomia**. 2014. 268 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo, 2014.

MEDEIROS, C. T. D. A. X. **Alfabetização científica com um olhar inclusivo**: estratégias didáticas para abordagem de conceitos de Astronomia. 2015. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências da Natureza) – Curso de Pós-Graduação de Ciências da Natureza, Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2015.

MESQUITA, S. C. F. **Projeto "O calendário e a medida do tempo"**: ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental. 2011. 138 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, 2011.

PORTELA, C. D. P. **Saberes docentes na formação inicial de professores para o ensino de Ciências Físicas nos anos iniciais do Ensino Fundamental**. 2009. 202 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Curso de Pós-Graduação em Educação, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

QUEIROZ, V. **Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das escolas municipais de Londrina**. 2008. 147f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Curso de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

RODRIGUES, F. M. **Os saberes docentes num curso de formação continuada em ensino de Astronomia**: desafios e possibilidades de uma abordagem investigativa. 2016. 147 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus, 2016.

SANTOS, M. A. I. D. **Utilização de realidade aumentada no desenvolvimento de software educacional**: um exemplo em alguns conceitos na Astronomia. 2016. 106 f. Dissertação (Mestrado em Computação Aplicada) – Curso de Pós-Graduação em Computação Aplicada, Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2016.

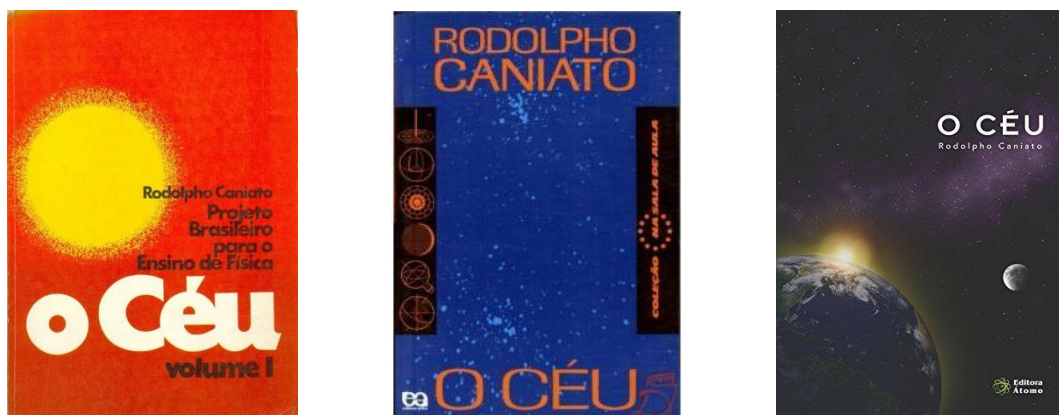
SIMON, P. C. D. S. G. **Ensino de Astronomia para os anos iniciais**: uma proposta a partir da observação da Lua. 2016. 210 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Educação) – Curso de Pós-Graduação Profissional em Educação, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2016.

WEISSMANN, H. (Org.). **Didática das Ciências naturais**: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998. 244 p.

Artigo recebido em 09/07/2019.

Aceito em 31/12/2019.

RESENHA



CANIATO, R. *O céu*. Campinas, SP: Átomo, 2011.

*Paula Cristina da Silva Gonçalves*¹

O professor Rodolpho Caniato possui uma histórica contribuição na área da Educação em Astronomia. Nesta obra, propõe atividades para o processo de ensino e aprendizagem permeadas de discussões históricas e construídas a partir de uma visão de educação a qual o professor não está reduzido à transmissão de informações e o aluno é entendido como sujeito que aprende em intensa participação.

Esta obra resultou da tese do autor, de 1973, atualmente considerada a primeira em Educação em Astronomia no Brasil, intitulada “Um projeto brasileiro para o ensino de física”, defendida na Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Rio Claro, atual campus da Universidade Estadual Paulista (UNESP).

Várias edições foram publicadas como mostram as figuras. Entre elas, a 3ª edição, de 1978, pela Editora Fundação Tropical, de Campinas, seguida por versões da Editora Ática, de São Paulo, de 1990 e 1993, e a mais recente edição de 2011 pela editora Átomo, de Campinas.

O livro está organizado em cinco capítulos, que não precisam ser seguidos na ordem em que se apresentam para o trabalho pedagógico, mas podem ser entendidos de forma autônoma, segundo a orientação do autor, que introduz a obra. Nesta introdução são apresentadas orientações para o trabalho docente que se relacionam a diversos aspectos da prática pedagógica, com foco especial na relação professor e aluno, como explicar aos estudantes que irão tornar-se parte da relação ensino-aprendizagem de forma ativa; a dinâmica da leitura dos textos; a discussão do conteúdo; a valorização da participação dos estudantes; e, por fim, a realização de todas as atividades em todas as

¹ Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil. Escola Municipal "Professor Armando Grisi", Rio Claro, Brasil. E-mail: paulacsgsimon@yahoo.com.br.

seções. Com isso, o autor mostra sua preocupação no auxílio à construção do trabalho docente, em uma perspectiva dialógica.

O primeiro capítulo se dedica de forma breve aos argumentos sobre a importância do estudo da Astronomia e por isso é intitulado “Por que o estudo do céu?” As razões, segundo o autor, são porque ela é a mais antiga das ciências, está relacionada ao desenvolvimento do pensamento humano, é uma síntese da Física, seu conteúdo é altamente motivador e nos traz mais compreensão sobre o conhecimento, nossa existência e relações na Terra. Os capítulos sequenciais estão direcionados para um aprofundamento e discussões relacionadas aos conteúdos selecionados pelo autor.

O tema *Olhando para o Céu* é a base do segundo capítulo. Iniciando com a explicação sobre a abóboda celeste, esta seção trata da Astronomia de posição, trazendo atividades e textos sobre a geometria do céu. Nesse capítulo, o autor sugere atividades com o gnômon, apresenta como possibilidade de recurso didático o seu histórico trabalho com o “planetário de pobre”, utilizando um balão de vidro de fundo esférico para atividades com coordenadas celestes e movimento aparente dos astros, diurno e noturno. As atividades desenvolvidas neste capítulo são o gnômon, o movimento diurno aparente das estrelas, posições do Sol durante um dia, localização de estrelas no céu, movimentos dos planetas no céu e o movimento anual do Sol.

O terceiro capítulo traz a temática *Assim no Céu, como na Terra*, repleto de episódios e figuras importantes da história da Astronomia, partindo de alguns gregos como Aristarco, Eratóstenes, entre outros, passando pela revolução Copernicana, Brahe, Kepler, Galileu e Newton. Esse percurso histórico é permeado de discussões teóricas. As atividades propostas pelo autor neste capítulo são a descoberta de Aristarco, a determinação do raio da Terra, do raio de órbita de Vênus, órbitas e áreas, as fases de Vênus, queda de dois corpos de pesos diferentes, composição de movimentos e aceleração dos planetas ao redor do Sol.

Nosso Lugar no Universo é o assunto do capítulo quatro, que apresenta questões relacionadas à Terra, como atmosfera, campo magnético, a Lua, expandindo para a composição do Sistema Solar, seus planetas, cometas, meteoros e meteoritos. Caniato apresenta um estudo desse tema, partindo da nossa escala local planetária, mais próxima e significativa, para chegar aos limites do Sistema Solar. As atividades propostas são sobre o aquecimento da Terra, a energia irradiada pelo Sol, o centro de massa do sistema Terra-Lua e a distância e tamanho aparente de um corpo.

O quinto tema apresentado no livro, em seu último capítulo, trata de *Além do Sistema Solar*, em que é feita uma discussão sobre a constituição das estrelas, distâncias astronômicas e um panorama do Universo. As atividades sugeridas neste tema são a análise espectral, triangulação e a representação em miniatura do espaço.

A obra em si, busca entrelaçar estratégias de ensino e aprendizagem, ao conteúdo dos temas abordados. Ao longo do livro, são apresentadas muitas atividades e recursos que podem ser trabalhados com os estudantes de forma bastante ativa. Além disso, empenha-se a uma construção do processo do conhecimento partindo da observação do céu, na perspectiva do ser humano, ampliando as escalas de observação até o panorama do Universo, com o apoio de várias pequenas atividades elaboradas para dar suporte ao trabalho pedagógico em torno dos temas.