



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 32, 2021

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (DME/UFSCar)

Jorge Horvath (IAG/USP)

Comitê Editorial

Cristina Leite (IF/USP)

Sergio M. Bisch (Planetário de Vitória/UFES)

Néstor Camino (FHCS/UNPSJB)

Editores Associados

Marcos D. Longhini (FE/UFU)

Silvia Calbo Aroca (Colégio Planeta)

Sônia E. M. Gonzatti (CETEC/UNIVATES)

Assistente de Editoração

Walison A. Oliveira (UTFPR)

Auxiliar de Editoração

Gustavo Ferreira de Amaral (UFSCar)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

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

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
Universidade Federal de São Carlos. -
n. 32, (2021). - São Carlos (SP): UFSCar, 2021.

Semestral.

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

ISSN: 1806-7573

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

CDD: 520

CDU: 52+37(051)(8)

Editorial

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

Uma notícia importante: como parte das atividades da Comissão C1 (*Astronomy Education and Development*) da União Astronômica Internacional (IAU), recentemente foi lançado o primeiro número do *Astronomy Education Journal* (AEJ), disponível em: <https://astroedjournal.org/index.php/ijae/issue/view/1/6>.

O AEJ foi anunciado durante a *Astronomy Education Conference* (AstroEdu), ocorrida em 2019. A primeira chamada de trabalhos foi anunciada em 2 de dezembro de 2020. A nova publicação conta com um de nós (PSB) como Coeditor juntamente com o Urban Eriksson e Saeed Salimpour como assistente de editoração, enquanto JEH atua como membro do Corpo Editorial.

O AEJ destina-se a servir a comunidade de ensino de Astronomia, reunindo publicações práticas, interessantes e acadêmicas envolvendo desenvolvimentos no campo. O AEJ contém artigos revisados por pares e não revisados por pares, mas com curadoria que os separa em duas seções: Pesquisa em Educação em Astronomia e Educação e Prática em Astronomia. A comunidade toda é convidada a submeter artigos para publicação e compartilhar esta nova revista com outros que possam estar interessados. Mais informações sobre a revista e instruções para autores podem ser encontradas no site da AEJ: www.astroedjournal.org.

Para isto, lembramos que os manuscritos devem ser submetidos em inglês devido ao alcance internacional. A RELEA deve continuar a promover publicações na área visando promover a participação de países da América Latina e de outros países com submissões em português, espanhol e inglês.

Neste número contamos com três artigos:

O uso de contos no ensino de Astronomia: uma proposta didática para o tema Fases da Lua, de Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs e Valdir Rosa. Neste artigo, são discutidos alguns motivos pelos quais as narrativas do gênero Conto colaboram para o ensino de Astronomia na Educação Básica. A investigação, de cunho qualitativo, foi feita com alunos do nono ano do Ensino Fundamental II de uma escola pública da região Oeste do Paraná. Os dados foram coletados por questionário, anotações descritas no diário de campo e processados com o método de análise de conteúdo. Os resultados encontrados mostram que narrativas científicas deste gênero contribuem para o ensino de Astronomia.

A Astronomia como disciplina obrigatória nos currículos de licenciatura em Física da região sul do Brasil, de Leopoldo Gorges Neto e Luiz Henrique Martins Arthury. Neste trabalho são apresentados os resultados de uma pesquisa que buscou mapear a disciplina de Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física do sul do Brasil. Foram investigados os cursos participantes do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) de 2017 e seus Projetos Pedagógicos. Analisando sua matriz curricular, encontramos uma evolução da quantidade dos cursos que possuem disciplinas de Astronomia e cerca da metade como eletivas. Foram elencados os conteúdos mais trabalhados nessas disciplinas e discutidas

possibilidades de articulação em sala de aula, pois Astronomia poderia estar mais presente no currículo formativo do professor de Física.

A Lua e suas fases: entre a disponibilidade de observação e o desafio da compreensão, de Marcos Daniel Longhini. O artigo aborda uma pesquisa de cunho bibliográfico que propõe responder: por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, sua compreensão se revela complexa por alunos e professores? Em que aspectos essa dificuldade se revela? E que cuidados e orientações podem ajudar a explorar esse tema na formação dos estudantes e professores? Os resultados indicaram dificuldades relacionadas a como os alunos interpretam a formação das fases, assim como orientações acerca de como explorar este tema.

Neste número também publicamos uma resenha de livro: *As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar*, de Jorge E. Horvath. A resenha, escrita por Rodolfo Valentim, apresenta o livro com seu prefácio e onze capítulos. O desafio de escrever livros de Astronomia acessíveis aos alunos do Ensino Fundamental e Médio requer um conhecimento do tema, dos conteúdos ministrados em sala de aula e a conexão entre aspectos técnicos, conceituais e didáticos. Um argumento defendido pelo autor e favorável ao ensino de Astrofísica Estelar é que, além de atrair a curiosidade dos estudantes, há imensa interface com as disciplinas de Física, Química, História, Geografia e Matemática do Ensino Médio.

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

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

Editores

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

Editorial

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

Important news: as part of the activities of the International Astronomical Union (IAU) Commission C1 (*Astronomy Education and Development*), the first issue of the *Astronomy Education Journal* (AEJ) was recently released, available at: <<https://astroedjournal.org/index.php/ijae/issue/view/1/6>>.

The AEJ was announced during the *Astronomy Education Conference* (AstroEdu), held in 2019. The first call for papers was announced on December 2, 2020. The new publication has one of us (PSB) as Co-Editor along with Urban Eriksson and Saeed Salimpour as managing editor, while JEH serves as Editorial Board member.

The AEJ is intended to serve the Astronomy teaching community by bringing together practical, interesting and scholarly publications involving developments in the field. The AEJ contains peer-reviewed and non-peer-reviewed, but edited articles that separate them into two sections: Research in Astronomy Education and Education and Practice in Astronomy. The entire community is invited to submit articles for publication and share this new journal with others who may be interested. More information about the journal and instructions for authors can be found on the AEJ website: <www.astroedjournal.org>.

For this, we remind you that manuscripts must be submitted in English due to the international outreach. The RELEA should continue to promote publications in the area in order to promote the participation of Latin American countries and other countries with submissions in Portuguese, Spanish and English.

In this issue we have three articles:

O uso de contos no ensino de Astronomia: uma proposta didática para o tema Fases da Lua (The use of tales in the teaching of Astronomy: a didactic proposal for the subject Phases of the Moon), by Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs and Valdir Rosa. In this article, some reasons are discussed on why the narratives of the Story genre collaborate for the teaching of Astronomy in Basic Education. The investigation, of a qualitative nature, was carried out with students from the ninth year of Middle School of a public school in the western region of Paraná, Brazil. Data were collected by a questionnaire, notes described in the field diary and processed with the content analysis method. The results found show that scientific narratives of this genre contribute to the teaching of Astronomy.

A Astronomia como disciplina obrigatória nos currículos de licenciatura em Física da região sul do Brasil (Astronomy as mandatory discipline in the curriculum of graduation in Physics teaching in the south region of Brazil), by Leopoldo Gorges Neto and Luiz Henrique Martins Arthury. The courses participating in the 2017 National Student Performance Exam (ENADE) and their Pedagogical Projects were investigated. Analyzing its curricular matrix, it is found an evolution in the number of courses that have Astronomy disciplines, about half as electives. The contents most worked in these subjects were listed and possibilities of articulation in the classroom were discussed, as Astronomy could be more present in the training curriculum of the Physics teacher.

A Lua e suas fases: entre a disponibilidade de observação e o desafio da compreensão (The Moon and its phases: between the availability of observation and the challenge of understanding), by Marcos Daniel Longhini. The article addresses a bibliographical research that proposes to answer: why, despite the availability of observation of the phenomenon of the phases of the Moon, its understanding is revealed to be complex by students and teachers? In what aspects does this difficulty reveal itself? And what care and guidelines can help to explore this topic in the training of students and teachers? The results indicated difficulties related to how students interpret the formation of the phases, as well as guidelines on how to explore this theme.

In this issue we also publish a book review: *As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar* (The stars in the classroom: an approach to the teaching of Stellar Astronomy), by Jorge E. Horvath. The review, written by Rodolfo Valentim, presents the book with its preface and eleven chapters. The challenge of writing astronomy books accessible to Elementary, Middle and High-School students requires knowledge of the topic, the contents taught in the classroom and the connection between technical, conceptual and didactic aspects. An argument defended by the author and favorable to the teaching of Stellar Astrophysics is that, in addition to attracting the curiosity of students, there is an immense interface with the disciplines of Physics, Chemistry, History, Geography and Mathematics of High School.

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

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

Editors

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

Editorial

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

Una noticia importante: como parte de las actividades de la Comisión C1 (*Educación y Desarrollo en Astronomía*) de la Unión Astronómica Internacional (IAU), recientemente se publicó el primer número del *Astronomy Education Journal* (AEJ), disponible en: <<https://astroedjournal.org/index.php/ijae/issue/view/1/6>>.

El AEJ fue anunciado durante la *Conferencia de Educación en Astronomía* (AstroEdu), celebrada en 2019. La primera convocatoria de artículos se anunció el 2 de diciembre de 2020. La nueva publicación tiene a uno de nosotros (PSB) como coeditor junto con Urban Eriksson y Saeed Salimpour como asistente de editoración, mientras que JEH se desempeña como miembro del Consejo Editorial.

El AEJ está destinado a servir a la comunidad de enseñanza de la Astronomía reuniendo publicaciones prácticas, interesantes y académicas que involucren desarrollos en el área. El AEJ contiene artículos revisados y no revisados por pares, pero seleccionados, que se separan en dos secciones: Investigación en Educación en Astronomía y Educación y Práctica en Astronomía. Se invita a toda la comunidad a enviar artículos para su publicación y compartir esta nueva revista con otras personas que puedan estar interesadas. Puede encontrar más información sobre la revista e instrucciones para los autores en la página web de la AEJ: <www.astroedjournal.org>.

Para ello, les recordamos que los manuscritos deben ser enviados en inglés debido al alcance internacional. La RELEA debe continuar promoviendo publicaciones en el área para promover la participación de los países de América Latina y otros con textos en portugués, español e inglés.

En este número tenemos tres artículos:

O uso de contos no ensino de Astronomia: uma proposta didática para o tema Fases da Lua (El uso de cuentos en la enseñanza de la Astronomía: una propuesta didáctica para el tema Fases de la Luna), por Danilo de Oliveira Kitzberger, Roberta Chiesa Bartelmebs y Valdir Rosa. En este artículo se discuten algunos motivos por los cuales las narrativas del género Cuentos colaboran con la Astronomía en la Educación Básica. La investigación, de carácter cualitativo, fue realizada con alumnos del noveno año de la Enseñanza Básica II de una escuela pública de la región occidental de Paraná, Brasil. Los datos fueron recolectados por cuestionario, apuntes descritos en el diario de campo y procesados con el método de análisis de contenido. Los resultados encontrados muestran que las narrativas científicas de este género contribuyen a la enseñanza de la Astronomía.

A Astronomia como disciplina obrigatória nos currículos de licenciatura em Física da região sul do Brasil (La Astronomía como disciplina obligatoria en el currículo de profesorado en Física en la región sur de Brasil), de Leopoldo Gorges Neto y Luiz Henrique Martins Arthury. En este trabajo se presentan los resultados de una investigación que buscó mapear a disciplina de Astronomía en los cursos de Licenciatura en Física del Sur de Brasil. Se indagaron los cursos participantes en el Examen Nacional de Rendimiento Estudiantil (ENADE) 2017 y sus Proyectos Pedagógicos. Analizando la matriz curricular, encontramos

una evolución en el número de cursos que tienen disciplinas de Astronomía, cerca de la mitad como optativas. Se enumeraron los contenidos más trabajados en estas materias y se discutieron posibilidades de articulación en el aula, ya que la Astronomía podría estar más presente en el currículo de formación del profesor de Física.

A Lua e suas fases: entre a disponibilidade de observação e o desafio da compreensão (La Luna y sus fases: entre la disponibilidad de la observación y el reto de la comprensión), por Marcos Daniel Longhini. El artículo aborda una investigación de cuño bibliográfico que se propone responder: ¿por qué, a pesar de la disponibilidad de observaciones del fenómeno de las fases de la Luna, su comprensión resulta compleja para estudiantes y docentes? ¿En qué aspectos se manifiesta esta dificultad? y ¿qué cuidados y pautas pueden ayudar a explorar este tema en la formación de estudiantes y docentes? Los resultados indicaron dificultades relacionadas con la forma en que los estudiantes interpretan la formación de las fases, y también pautas sobre cómo explorar este tema.

En este número también publicamos una reseña del libro: *As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar* (Las estrellas en el aula: una aproximación a la enseñanza de la Astronomía Estelar), de Jorge E. Horvath. La reseña, escrita por Rodolfo Valentim, presenta el libro con su prólogo y once capítulos. El desafío de escribir libros de Astronomía accesibles a estudiantes de la escuela primaria y secundaria requiere el conocimiento del tema, los contenidos que se imparten en el aula y la conexión entre los aspectos técnicos, conceptuales y didácticos. Un argumento defendido por el autor y favorable a la enseñanza de la Astrofísica Estelar es que, además de atraer la curiosidad de los estudiantes, existe una inmensa interfaz con las disciplinas de Física, Química, Historia, Geografía y Matemáticas de Bachillerato.

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

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

Editores

Paulo S. Bretones

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

- 1. O USO DE CONTOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O TEMA FASES DA LUA**
Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmebs / Valdir Rosa _____ 7

- 2. A ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA OBRIGATÓRIA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL**
Leopoldo Gorges Neto / Luiz Henrique Martins Arthury _____ 27

- 3. A LUA E SUAS FASES: ENTRE A DISPONIBILIDADE DE OBSERVAÇÃO E O DESAFIO DA COMPREENSÃO**
Marcos Daniel Longhini _____ 43

- 4. RESENHA: AS ESTRELAS NA SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA ESTELAR**
Rodolfo Valentim _____ 71

CONTENTS

- 1. O USO DE CONTOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O TEMA FASES DA LUA**

THE USE OF TALES IN THE TEACHING OF ASTRONOMY: A DIDACTIC PROPOSAL FOR THE SUBJECT PHASES OF THE MOON

Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmebs / Valdir Rosa _____ 7

- 2. A ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA OBRIGATÓRIA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

ASTRONOMY AS MANDATORY DISCIPLINE IN THE CURRICULUM OF GRADUATION IN PHYSICS TEACHING IN THE SOUTH REGION OF BRAZIL

Leopoldo Gorges Neto / Luiz Henrique Martins Arthury _____ 27

- 3. A LUA E SUAS FASES: ENTRE A DISPONIBILIDADE DE OBSERVAÇÃO E O DESAFIO DA COMPREENSÃO**

THE MOON AND ITS PHASES: BETWEEN THE AVAILABILITY OF OBSERVATION AND THE CHALLENGE OF UNDERSTANDING

Marcos Daniel Longhini _____ 43

- 4. RESENHA: AS ESTRELAS NA SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA ESTELAR**

REVIEW: THE STARS IN THE CLASSROOM: AN APPROACH TO THE TEACHING OF STELLAR ASTRONOMY

Rodolfo Valentim _____ 71

SUMARIO

- 1. O USO DE CONTOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O TEMA FASES DA LUA**

EL USO DE CUENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL TEMA FASES DE LA LUNA

Danilo de Oliveira Kitzberger / Roberta Chiesa Bartelmebs / Valdir Rosa _____ 7

- 2. A ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA OBRIGATÓRIA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL**

LA ASTRONOMÍA COMO DISCIPLINA OBLIGATORIA EN EL CURRÍCULO DE PROFESORADO EN FÍSICA EN LA REGIÓN SUR DE BRASIL

Leopoldo Gorges Neto / Luiz Henrique Martins Arthury _____ 27

- 3. A LUA E SUAS FASES: ENTRE A DISPONIBILIDADE DE OBSERVAÇÃO E O DESAFIO DA COMPREENSÃO**

LA LUNA Y SUS FASES: ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE LA OBSERVACIÓN Y EL RETO DE LA COMPRENSIÓN


Marcos Daniel Longhini _____ 43


- 4. RESENHA: AS ESTRELAS NA SALA DE AULA: UMA ABORDAGEM PARA O ENSINO DA ASTRONOMIA ESTELAR**

RESEÑA: LAS ESTRELLAS EN EL AULA: UNA APROXIMACIÓN A LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA ESTELAR

Rodolfo Valentim _____ 71

O USO DE CONTOS NO ENSINO DE ASTRONOMIA: UMA PROPOSTA DIDÁTICA PARA O TEMA FASES DA LUA

 Danilo de Oliveira Kitzberger ¹

 Roberta Chiesa Bartelmebs ²

 Valdir Rosa ³

Resumo: Neste artigo, são discutidos alguns motivos pelos quais as narrativas do gênero Conto colaboram para o ensino de Astronomia na Educação Básica. Assim, o trabalho foi desenvolvido a partir da seguinte questão: o uso de um conto, elaborado por meio de uma narrativa científica, pode contribuir com o ensino de Astronomia para a Educação Básica? Para responder tal questionamento, foi desenvolvida uma investigação de cunho qualitativo, com alunos do nono ano do Ensino Fundamental II de uma escola pública da região Oeste do Paraná. Na investigação, foi utilizada, para os dados coletados via questionário e para as anotações descritas no diário de campo, o método de análise de conteúdo de Bardin. Os resultados encontrados com a aplicação do conto remetem a um entendimento de ordem superior ao inicial dos alunos sobre o conteúdo fases da Lua, dado que as respostas no questionário apresentam produções com clareza e mais complexas, quando comparadas aos alunos não leitores do conto. A partir disso, pondera-se que a leitura do conto poderá provocar novas abstrações conceituais, quando estas fazem sentido para o estudante. Logo, conclui-se que as narrativas científicas do gênero utilizado, elaboradas a partir das concepções alternativas dos alunos, contribuem e apresentam-se como potencializadoras e eficazes para o ensino de Astronomia.

Palavras-chave: Contos; Ensino de Astronomia; Fases da Lua; Narrativas Científicas.

EL USO DE CUENTOS EN LA ENSEÑANZA DE LA ASTRONOMÍA: UNA PROPUESTA DIDÁCTICA PARA EL TEMA FASES DE LA LUNA

Resumen: En este artículo, se discuten algunas razones por las cuales las narrativas tipo Cuento colaboran para la enseñanza de la Astronomía en la Educación Básica. Desta forma, el trabajo se desarrolló a partir de la siguiente pregunta: ¿puede el uso de un cuento, elaborado a través de una narrativa científica, contribuir a la enseñanza de la Astronomía para la Educación Básica? Para responder a esta pregunta, se desarrolló una investigación de tipo cualitativa, con estudiantes de noveno año de la Escuela Primaria de una escuela pública de la región occidental del estado de Paraná. El método de análisis de contenido de Bardin se utilizó para los datos recogidos a través del cuestionario y para procesar las notas descritas en el diario de campo. Los resultados encontrados con la aplicación del cuento se refieren a una comprensión del orden superior a la inicial de los estudiantes sobre las fases de contenido de la Luna, ya que las respuestas en el cuestionario presentan elaboraciones claras y más complejas, en comparación con los estudiantes que no leyeron el cuento. A partir de esto, se considera que la lectura del cuento puede provocar nuevas abstracciones conceptuales, cuando tienen sentido para el estudiante. Por lo tanto, se concluye que las narrativas científicas del género utilizado, elaboradas a partir de las concepciones alternativas de los estudiantes, contribuyen y se presentan como potenciadores y eficaces para la enseñanza de la Astronomía.

Palabras clave: Cuentos; Enseñanza de la Astronomía; Fases de la Luna; Narrativas Científicas.

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná (Unioeste), Cascavel, Brasil.

E-mail: danilo.kitzberger@unioeste.br.

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

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

THE USE OF TALES IN THE TEACHING OF ASTRONOMY: A DIDACTIC PROPOSAL FOR THE SUBJECT PHASES OF THE MOON

Abstract: In this article, some reasons by which narratives of the Tale genre collaborate for the teaching of Astronomy in Basic Education are discussed. The work was developed from the following question: can the use of a tale, elaborated through a scientific narrative, contribute to the teaching of Astronomy for Basic Education? To answer this question, a qualitative investigation was developed, and applied to ninth-year elementary school students from a public school in the Western region of Paraná. Bardin's method of content analysis was used for the data collected via the questionnaire and for the notes described in the diary register. The results found with the application of the tale refer to an understanding of order higher than the initial of the students about the content phases of the Moon, since the answers in the questionnaire show more complex and clear elaborations, when compared to students who did not read the tale. From this, it is considered that the reading of the tale may provoke new conceptual abstractions, when they make sense to the student. Therefore, it is concluded that the scientific narratives of the tale genre, elaborated from the alternative conceptions of the students, contribute and present themselves as potentiators and effective for the teaching of Astronomy.

Keywords: Tales; Astronomy Education; Phases of the Moon; Scientific Narratives.

Introdução

Ensinar ciências, com auxílio de narrativas científicas, não se resume à mera transmissão de conteúdo, pois o ato de ler, de ouvir e de escrever narrativas ficcionais, poéticas ou românticas despertam emoções e lapidam novas visões de mundo. Tal prática tem instigado o saber científico. As próprias histórias de Júlio Verne⁴ (1828-1905), por exemplo, além de serem fascinantes, propiciam curiosidades simples da natureza a partir da leitura crítica que conflita a realidade. Embora muitos enredos possam parecer futuristas, acordam formações de saberes à medida que as interpretações possibilitam reflexões mais precisas de mundo (Santos et al., 2015). Nesse sentido, no contexto educacional em ciências, faz-se necessário que os professores possibilitem o contato com estratégias, metodologias e práticas sobre leitura literária. Aliás, é fundamental compreender que as narrativas científicas postas nos enredos não buscam apenas a divulgação científica, mas também objetivam o desenvolvimento cognitivo e o emocional.

A abstração, atividade intelectual que possibilita isolar elementos da realidade para tratá-los, por exemplo, conceitualmente, pode ser suavizada na leitura de histórias com enredos menos técnicos, mas não vazios de conteúdo. Esse tipo de transposição didática não é uma tarefa simples. Muitas vezes, o ensino de conceitos científicos é realizado por intermédio de aulas expositivas que priorizam a sua reprodução a partir do que existem nos livros didáticos (Frison et al., 2009, Santos et al., 2015). Assim, muitos alunos visualizam os conteúdos científicos escolares como algo complexo, desconexo da realidade e difíceis de serem assimilados. Para mudar esse cenário, há a possibilidade de se investir em estratégias educacionais que conduza o aluno a pensar, a imaginar e a questionar sobre aquilo que lê.

⁴ Escritor francês de *Ficção Científica*, que possuía grande curiosidade pela navegação, Ciência, novas descobertas e viagens.

Nesse sentido, parte-se de que os Contos podem aproximar conteúdos científicos e saberes do cotidiano por meio de uma história bem escrita e da abstração conceitual. Escrever um conto com esse pensamento, e fundamentado na teoria de aprendizagem de Vygotsky (2008), poderá enriquecer não só o ensino de Astronomia, mas poderá inquietar o leitor na busca de novos conhecimentos na área. Conforme Soares, Mauer e Kortmann (2013), essa atividade poderá desafiá-lo a ser um eterno investigador.

Em relação ao ensino de Astronomia, há inúmeras preocupações como, por exemplos, o distanciamento entre os conteúdos escolares de Física, a realização de práticas docentes condizentes à realidade escolar (Langhi & Nardi, 2010) e a falta de hábito de leitura dos alunos (Rosa, 2010). A leitura de narrativas científicas pode colaborar para diminuir parte dessa problemática, já que essa ação, na visão de Rosa (2010), visa apresentar contos que contenham os conteúdos científicos de forma contextualizada, torna o processo de aprendizagem mais agradável e prazeroso.

Alguns estudos apontam que, ao se utilizar contos na prática pedagógica, é favorecida a aprendizagem significativa (Rosa, 2010, Rosa, Rosa Santos & Leonel, 2015, Pereira, Olenka & Oliveira, 2016). Porém, há pouca literatura de poemas, contos e ficções elaborados especificamente para ensinar tópicos básicos de Astronomia. Por isso, alguns deles, elaborados sem fins didáticos, podem ser inadequados à medida que passem a reforçar concepções de senso comum, já que foram produzidos sem considerar os conceitos científicos.

Assim, com o objetivo de elaborar e avaliar o uso de um conto como estratégia de ensino das fases da Lua para a aprendizagem dos alunos, a investigação, aqui apresentada, partiu da seguinte indagação: o uso de um conto, elaborado por meio de uma narrativa científica, pode contribuir no ensino de Astronomia na Educação Básica? Para responder à questão, desenvolvemos uma investigação de *cunho* qualitativo, guiada pelos princípios do estudo de caso de Lüdke e André (2013), com alunos do nono ano do Ensino Fundamental II de uma escola pública da região Oeste do Paraná.

Metodologia

Este estudo é de caráter qualitativo que se pauta em pressupostos metodológicos de estudo de caso (Flick, 2009, Lüdke & André, 2013). Participaram da pesquisa duas turmas (A e B) do nono ano, com 28 alunos por turma, na faixa etária de 14 anos de idade, e que frequentam o Ensino Fundamental II de uma escola pública da região Oeste do Paraná. As duas turmas foram selecionadas por ser nessa etapa que os conteúdos de Astronomia estão presente no currículo.

As intervenções foram diferentes nas duas turmas. Na Turma A, foi aplicada uma oficina didática sobre os movimentos celestes Terra-Lua e, na Turma B, foi realizada, inicialmente, a leitura do conto “A aranha que viajou à Lua” e, após, aplicada a oficina didática. O que possibilitou comparar o processo de aprendizagem da (Turma A) com o da (Turma B). Nossa intenção foi analisar se um conto elaborado a partir das concepções iniciais de alunos auxiliaria na contextualização e socialização do tema desenvolvido na oficina, bem como verificar se o processo de aprendizado de conceitos científicos via leitura de narrativa científica mantém o processo de busca pelo

conhecimento contínuo, não reduzindo a leitura de literatura a uma atividade de “passatempo”, nas aulas de ciências.

Ao estabelecer um referencial de análise coerente, foi utilizado um questionário com oito questões (Quadro 1) e um diário de campo para coleta de dados que foram empregados em ambas as turmas.

1. Qual o motivo da Lua apresentar fases?
2. A Lua realiza o movimento de rotação?
3. Como acontece um eclipse? (como são compreendidos os eclipses)
4. Quando acontece um eclipse solar [...]
5. Preencha e escreva as fases da Lua (Figura 6). (como explicar as fases da Lua com um modelo bidimensional)
6. A Lua pode ser observada em que horário? Justifique.
7. Num mesmo dia, uma pessoa no Japão, que está do outro lado do planeta, vê a mesma Lua que vemos no Brasil? Explique.
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 ela também vê a Lua crescente?

Quadro 1 - Questões apresentadas no questionário.
Fonte: Autores.

As respostas empregadas nos questionários e, de maneira complementar, as observações em campo, relatadas no diário de campo, forneceram os dados à análise de conteúdo. Esse conjunto de dados estruturou as duas categorias finais: (a) quais são as vantagens de elaborar e usar contos no ensino de Ciências (por que usar contos para estudar as fases da Lua e participação dos alunos nos diálogos num momento não apenas de recreação da aula); (b) concepções alternativas e novos saberes dos alunos sobre as fases da Lua (entusiasmos com o tema, curiosidades, dúvidas e dificuldades).

Concepções sobre as fases da Lua, conto científico e oficina didática

A Astronomia, a mais antiga das ciências, pode fascinar a todos, pode despertar imaginação, pode conflitar horizontes estabelecidos e pode desvelar saberes ocultos. Não há motivos plausíveis para afastá-la da alfabetização científica escolar. Se o professor propuser uma pergunta sobre qualquer tema astronômico, os alunos certamente darão uma resposta, mesmo que fundamentadas por concepções espontâneas ou em conceitos incompletos (Kitzberger, Bartelmebs & Rosa, 2019). Concepções primeiras sobre as fases lunares são amplamente conhecidas na literatura e, embora demonstrem que os conhecimentos dos alunos sobre o mundo natural divergem do pensamento científico, como argumenta Leão e Kalhil (2015), podem auxiliar o desenvolvimento de pesquisas que busquem elaborar estratégias de ensino voltadas à mudança e ao desenvolvimento conceitual.

Para Astolfi (1999, p. 94), os “erros” conceituais não podem ser encarados, pelos professores, como algo a ser eliminado do ensino, mas como um pântano de ideias que podem possibilitar saberes escolares desejáveis. Entende-se que o valor pedagógico dos “erros” conceituais e das concepções prévias, quando explorados de maneira criteriosa e objetiva, lapidam visões mais complexas de fenômenos naturais ensinados. Os alunos possuem capacidade de elaborar pensamentos individuais e de mudá-los com o auxílio do professor ou colegas, no fazer construtivista do saber escolar.

A ação docente intencional de explorar os erros conceituais e as concepções de maneira construtivista, nas aulas de ciências, pode fundamentar pensamentos científicos à medida que as concepções prévias são conflitadas, pois, com isso, os saberes científicos passam a serem interpretados como inacabados e mutáveis (Bartelmebs, 2016). Porém, operar esses processos educativos não é tarefa simples.

A partir da aplicação do questionário (Quadro 1), as principais ideias e pensamentos dos alunos do nono ano sobre as fases da Lua foram verificados. Os resultados apontaram que 32% dos alunos participantes da investigação acreditam que as fases da Lua são causadas pela projeção da sombra da Terra na sua face, resposta essa que está de acordo com a literatura (Baxter, 1989, Bisch, 1998, Peña & Quilez, 2001). Outro dado preocupante é que aproximadamente 54% dos alunos responderam que a Lua não possui movimento de rotação.

Constatou-se pelos registros do diário de campo que os alunos apresentam dificuldades em compreender os conceitos de rotação e de translação, embora saibam que são conceitos diferentes. Ainda, uma parcela (25,6%) consideram que a Lua e o Sol estão opostos e fixos no espaço de maneira a visualizar a Lua apenas ao anoitecer. Ideia que é justificada pela experiência visual de organização dos astros no espaço. De forma semelhante, uma pequena parcela (2,6%) pensam que as condições climáticas podem causar as fases e, quando questionados sobre a diferença entre as fases e os Eclipses, afirmam que ambos são determinados pelo mesmo fenômeno.

Após conhecer as concepções prévias dos alunos do nono ano (Turma A e B), conforme apresentado anteriormente, foi escrita uma narrativa de gênero conto intitulada “A aranha que viajou à Lua” (Bartelmebs & Silva, 2020). A escrita do conto foi realizada pelo primeiro autor desse artigo durante a disciplina de “Práticas Pedagógicas para o Ensino de Física I” do curso de Licenciatura em Ciências Exatas da Universidade Federal do Paraná. O material literário produzido seguiu as estratégias apresentadas por Rosa, Rosa Santos e Leonel (2015), ou seja, objetivou a exploração de concepções dos alunos sobre as fases da Lua no enredo. Além disso, na escrita do conto, foram elucidadas situações realistas e exercícios mentais sobre posições espaciais, escalas, luminosidade, sombras, movimentos de astros e características das atmosferas.

Para a intervenção com os alunos, o conto foi impresso, em forma de livro (Figura 2), para ser distribuídos aos alunos da Turma B e ser lido durante o período de uma aula, antes da aplicação da oficina. Esse material, antes de ser aplicado com alunos, foi validado (revisado) por três professores da área do ensino de Ciências para sanar possíveis distorções de interpretações e adequar as abstrações conceituais conforme a capacidade cognitiva do grupo investigado. A escrita, a linguagem, o contexto do enredo, os conceitos implícitos e os aspectos fictícios formaram os critérios de análise do conto.

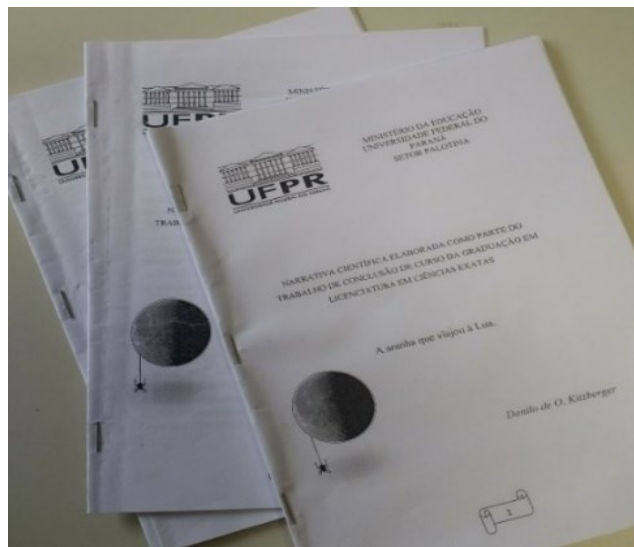


Figura 2 - Livretos disponibilizados aos alunos.
Fonte: Autores.

As personagens principais do conto são Carlos e Dona Arranha. A escolha desse último nome é intencional, pois o professor-escritor pode ensinar, além dos tópicos das Ciências, conteúdos referentes à gramática e à ortografia, que é considerado uma das principais dificuldades relacionadas ao ensino da língua materna Parisotto e Rinaldi (2016) e à interpretação de textos científicos. Destacamos, porém, que seja mais produtivo intervir de maneira interdisciplinar, com os professores de Língua Portuguesa, a fim de superar a fragmentação dos conteúdos e dos currículos (Mittitier & Lourençon, 2017). Os contos possuem aberturas metodológicas para aprofundar temas transversais, embora dependam das experiências e domínios conceituais do docente.

No enredo, Carlos, uma criança como as outras, tem diversas concepções e frequenta uma escola regular. Ele representa na história um aluno curioso. Por outro lado, a Dona Arranha que, com toda engenhosidade de uma arcnídea astronauta, possui o saber científico e carrega várias experiências adquiridas, principalmente, depois de realizar uma viagem à Lua. Ademais, exemplifica seus saberes de maneira prática e extrovertida.

Na escrita do material, antes de adentrar a história, são apresentadas algumas orientações aos professores que queiram utilizá-lo: os objetivos do conto, seu público-alvo e sugestões de como e quando o usá-lo. Após essa introdução, há os seis trechos da narrativa. Trecho I: construção do ambiente, apresentação dos personagens e contextualização do cenário. Nos trechos posteriores II, III, IV e V são abordados os conceitos de luminosidade, atmosfera, movimentos de rotação e translação, eclipses e fases lunares. Por fim, no trecho VI, discutem-se os motivos da Lua aparecer no céu azul. Embora esses assuntos formem o núcleo forte no enredo, outros surgem para explorar temas da Física, da Química, da Biologia e da Matemática. Aliás, os questionamentos sobre a natureza dos fenômenos estudados não se restringem às linhas do enredo, pois, na intervenção com as oficinas didáticas, percebeu-se que os alunos tendem a investigar o que não é sabido, ou seja, aquilo que causa estranheza em um primeiro momento.

Para Paviani e Fontana (2009), estratégias inovadoras de ensino, como as oficinas didáticas, além de romper com o ensino tradicional, podem contribuir na aprendizagem dos conteúdos escolares e nos conhecimentos adquiridos no dia a dia pela observação do fenômeno natural investigado. Pensando nisso, nos propomos a avaliar até que ponto a leitura de contos, em conjunto com aulas inovadoras de metodologias não tradicionais, pode ser eficiente e quais são as dificuldades metodológicas. Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2001), não há um método único para se chegar ao saber, aliás, a própria teoria de Feyerabend (2011) aponta o pluralismo metodológico desencadeador de conhecimentos por intermédio de diferentes instrumentos. Com isso em mente, foi planejada a intervenção conforme a sequência didática apresentada no Quadro 2. Nossa oficina didática partiu de aulas expositiva-dialogada, nas quais houve exposição de slides e vídeo sobre as fases da Lua; apresentação de uma imagem da Lua (catálogo) e de um meteorito.

Encontros	Objetivo(s)	Atividades realizadas	Turma(s)
1º	Ler o conto	Apresentação do conto e realização de sua leitura. Exposição de uma imagem da Lua (catálogo) e de um meteorito	9º ano B
2º	Aplicar a sequência didática sobre movimentos celestes e características do sistema Sol-Terra-Lua	Oficina expositiva-dialogada; exposição de slides e vídeo; Exposição de uma imagem da Lua (catálogo) e de um meteorito (9º ano A)	9º ano A e B
3º	Finalizar o conteúdo fases da Lua e eclipses	Continuidade da exposição dialogada; Experimento que simula as fases da Lua na caixa de papelão	9º ano A e B
4º	Coletar dados	Aplicação de questionário	9º ano A e B

Quadro 2 - Atividades da sequência didática, desenvolvidas durante a oficina.

Fonte: Autores.

As atividades foram elaboradas de forma que possibilitasse aos alunos participarem ativamente dos encontros. Os eventos de intervenção que ocorreram em sala foram conduzidos pelos pesquisadores, com auxílio do professor da disciplina. Para apresentação de *slides*, foi utilizado um projetor multimídia; já, para o conto e questionários, estes foram impressos e disponibilizados individualmente. O questionário foi aplicado nas duas turmas antes do início das atividades, conforme Quadro 2. A Turma B constituiu o grupo de alunos leitores do conto, que foi lido antes de iniciar as oficinas, pois sua leitura antes da explicação do novo conteúdo, segundo Rosa (2010), possibilita que os novos conceitos, que serão explorados posteriormente pelos professores, sejam facilmente interpretados pelos alunos. Na Turma B, foi desenvolvida apenas a oficina didática.

Apresentação e análise dos dados

Nesta seção, têm-se a descrição e a análise dos dados coletados em campo durante e após o desenvolvimento da sequência didática. Os resultados desta seção, que estão organizados em oito situações problemas, sustentam nossas duas categorias finais: quais são as vantagens de elaborar e usar contos no ensino de Ciências; relações entre concepções e saberes dos alunos sobre as fases da Lua. Constatou-se que os alunos, antes da intervenção, possuíam várias concepções prévias estabelecidas sem questionamentos e que, muitas vezes, eram justificadas pelos próprios “erros conceituais”. Durante a intervenção, observou-se que o professor da disciplina compreendeu que os “erros conceituais” (por exemplo, a Lua apontar diferentes faces para um observador da Terra devido ao movimento de rotação) aparecem porque os estudantes buscam lembrar respostas memorizadas, a qualquer custo, sem pensar nos porquês da natureza que resultam em conceitos.

Qual o motivo da Lua apresentar fases? Buscou-se conhecer, com esta questão, se os alunos, após a intervenção, permaneciam com a concepção de que a sombra da Terra seria a causa das fases da Lua. Das respostas dos questionários, tem-se que as fases são causadas pela projeção da sombra da Terra em 33,3% das respostas, isso antes da intervenção. Após a aplicação da sequência didática, esse pensamento reduziu para 26,8% e, além disso, observou-se um aumento de 11% de respostas indicativas de melhoria na compressão dos motivos da Lua apresentar fases.

O aluno A12⁵ escreveu: “A Lua gira em torno de seu próprio eixo e ao mesmo tempo mostra uma parte brilhante [...]”. Notamos que o conceito de rotação foi compreendido, mas o que seria essa parte luminosa não foi evidenciado. Já o aluno B26 que realizou a leitura do conto respondeu: “O sol manda luz para Lua, ilumina uma parte dela. E, olhando da Terra, dependendo do ângulo e da posição da Lua sua fase muda”. Nessa argumentação, percebemos uma melhora na capacidade argumentativa, já que o mesmo aluno tinha apresentado dificuldades em responder a questão antes da intervenção. Ele não se restringiu a descrever os conceitos memorizados, mas sim assimilá-los a situações.

Os outros alunos que leram os contos também articularam suas argumentações de maneira mais crítica, elaboraram suas próprias explicações mentais e defenderam suas hipóteses. Nas falas de B8 e B17, registradas no diário de campo, observa-se uma discussão que se passa em um espaço imaginário real e, na argumentação de B2, respondida no questionário, temos a explicação das fases da Lua a partir de uma posição fora do planeta Terra:

[...] o que acontece se o astronauta acender fogos de artifício na Lua? (B8).

[...] teria que ser pela janela do foguete por causa da atmosfera (B17).

[...] à Lua realiza movimento de rotação, mas mostra diferentes fases de acordo com a posição que é vista (B2).

Esses alunos, em suas respostas, buscaram reformular conceitos iniciais de maneira que pudessem constituir a formação de um conceito mais complexo, assim como no estudo de Lima e Ricardo (2019), explorando lacunas da trama presente no conto. Isso fica evidente quando buscam continuar, recriar, imaginar e contrastar

⁵ Código adotado para preservar a identidade dos alunos participantes da pesquisa.

eventos da história com o mundo real. Por exemplo, na fala de B17, ao discutir os elementos do conto com o colega, o estudante argumenta que o acionamento de fogos de artifício na Lua só seria possível caso se use o oxigênio do recipiente interno da nave para gerar faísca, já que a Lua não possui atmosfera. Podemos dizer, portanto, que é um momento de imaginação e formação conceitual, embora, com apenas quatro encontros, cerca de 8,9% persistirem com a concepção de que a causa das mudanças de fases se relaciona com a sombra da Terra projetada na Lua.

A Lua realiza o movimento de rotação? Verificou-se, com esta questão, se houve, com a intervenção, mudanças na estrutura cognitiva dos alunos pelos avanços na aprendizagem conceitual no sentido de a Lua possuir movimento de rotação e aparecer durante o dia quando observada do planeta Terra. A Figura 3 apresenta os resultados da aplicação do questionário antes e depois da intervenção sobre o movimento de rotação da Lua e sobre a possibilidade de vê-la durante o dia. São contatadas, pois, as mudanças qualitativas, principalmente, para aqueles que leram a narrativa.

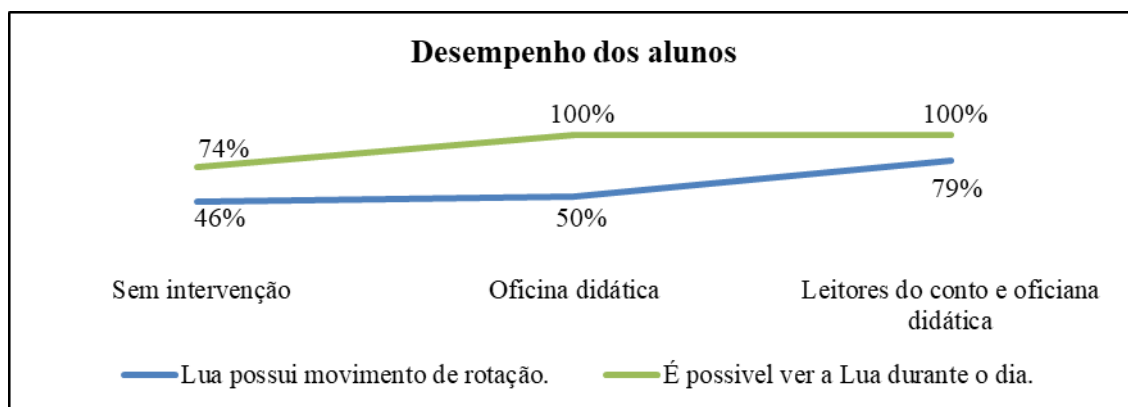


Figura 3 - Resultados da análise qualitativa.
Fonte: Autores.

Destacamos que os dois grupos de alunos (Turma A e Turma B), perceberam que a Lua pode ser vista durante o dia. Mas, para os alunos que leram o conto, notamos que a compreensão do movimento de rotação da Lua, quando comparados aos que participaram apenas da oficina, apresentaram uma melhora significativa. Há indícios que o conto escrito de forma contextualizada e crítica colaborou nesse sentido. Segue, abaixo, um recorte do enredo que problematiza a concepção de que a Lua possui apenas quatro fases bem definidas:

[...] outro dia estava lendo o livro de Ciências na escola e, no livro, havia uma representação das fases da Lua. Ele ilustrava que existem apenas quatro fases. Isto é certo? – diz Carlos.

— Bom. Na verdade, ela possui 28 fases. [...] as fases dependem de como vemos a porção visível iluminada do Satélite que se altera devido a variação da posição em relação a Terra e o Sol. Isso por que a Lua realiza os movimentos de translação (revolução) ao redor da Terra e rotaciona sobre seu próprio eixo [...]. – diz Dona Arranha (Bartelmebs & Silva, 2020, p. 87).

Mesmo com a leitura, 28,6% dos alunos não conseguiram compreender o movimento de rotação da Lua. Consideramos que, embora o enredo apresente uma discussão para esclarecer esses aspectos, ainda não conseguiu possibilitar a aprendizagem. Vale realçar que o próprio enredo, em momentos posteriores, explica o

movimento de rotação com riqueza de detalhes e analogias, mas que não foram suficientes para formar uma evolução conceitual, como é apresentado no trecho do conto:

[...] Se o Sol está iluminando a Terra, então como anoitece? - diz o menino. — Carlos, para vermos como isso é possível, imagine um carro e um poste de luz, frente a frente, num lugar escuro e separados por alguns metros [...] se a lâmpada do poste é acesa de forma a iluminar o carro [...] sua frente será toda iluminada e sua traseira continuará escura. Podemos dizer que é dia na frente do carro e noite na sua traseira. — diz Dona Arranha. O menino reflete em voz alta: — Se o Sol representa a luz acesa do poste e o planeta Terra o automóvel com farol desligado, podemos concluir que a face da Terra apontada para o Sol é dia e, a outra face é noite? — Isso mesmo! — diz Dona Arranha. — Agora, imagine o planeta Terra girando como um pão (Bartelmebs & Silva, 2020, p. 85).

Em casos semelhantes a esse, os professores podem apresentar situações problemas após a leitura para aprofundar o tema. De acordo com Rosa et al. (2015), além de refletir os conceitos presentes na leitura, propor novos questionamentos instigará os alunos a procurarem informações complementares que não apareceram na contextualização da história.

Como são compreendidos os eclipses? O objetivo da questão foi identificar se os alunos aprenderam as posições dos astros durante um eclipse e se compreenderam as diferenças da fase de Lua nova e de um eclipse do Sol. É sabido que os alunos encontram dificuldades para abstrair conceitos que exigem percepção tridimensional (Langhi, 2004). As figuras, os modelos artísticos e as representações presentes nos livros, por vezes, causam confusão no entendimento desses conceitos. Isso é um problema para a interpretação visual à medida que os alunos não conseguem romper com facilidade, os obstáculos epistemológicos relacionados à imaginação visual de modelos do sistema solar. Possivelmente, isso também se justifica porque 7,7% dos alunos que participaram das atividades não responderam à situação.

No que se refere ao eclipse solar, os alunos, antes da intervenção, elaboraram respostas sem fundamentação, buscando explicações memorizadas. Já, depois da intervenção, aproximadamente 82% dos participantes que realizaram a leitura do conto usaram uma explicação satisfatória sobre o eclipse solar. Entretanto, aproximadamente 18% deles não conseguiram identificar a ordem dos astros num eclipse ou diferenciar os modelos que representem os eclipses das fases de Lua cheia e nova. Com isso, tendem a pensar que as fases da Lua e os eclipses são causados pelo mesmo fenômeno. Isso fica evidente porque não formaram o conceito de órbitas dos astros.

Nas análises das respostas do eclipse lunar, somente 36% dos participantes, antes da intervenção, reconheciam corretamente a ordem dos astros durante o fenômeno. Além disso, aproximadamente 49% deles trocaram a ordem dos astros (Lua-Terra) nas explicações e outros 15% não tinham certeza da posição dos astros. Mas, depois da oficina, 73% compreenderam o eclipse lunar de modo orquestrar a representação correta dos astros. Na Figura 4, são apresentados os dados percentuais até aqui discutidos:

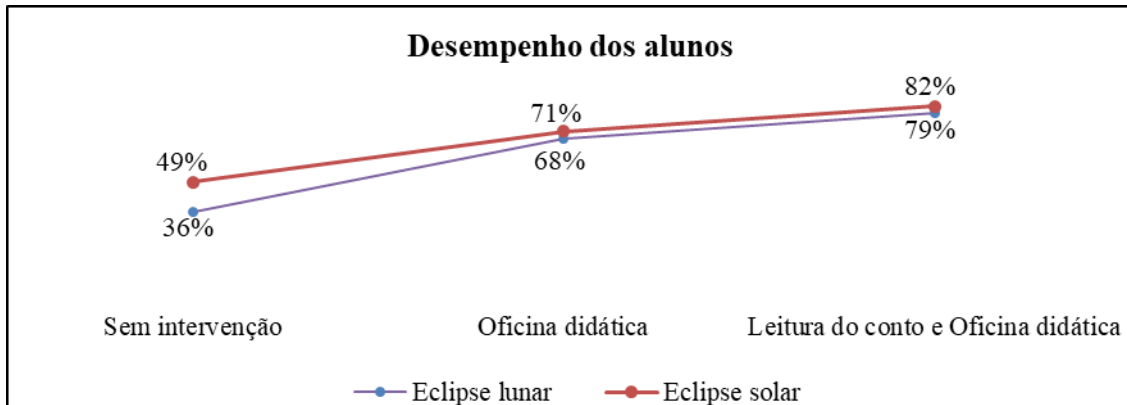


Figura 4 - Respostas acerca dos eclipses.
Fonte: Autores.

A vertente contextual-científica de contos, carregado de ficção, indica que, durante a intervenção, além de os alunos terem aumentado o interesse por seu conteúdo, motivou-os a buscarem mais informações sobre os temas trabalhados (Rosa, 2010).

Quando acontece um eclipse Solar [...]? Essa questão buscou compreender como os alunos reinterpretaram a posição dos astros em um Eclipse. Essa situação reforça a análise do item anterior, pois, além das respostas escritas nos questionários, foi solicitado que ilustrassem suas respostas. Antes da intervenção, aproximadamente 49% dos participantes não justificavam adequadamente a ocorrência do eclipse Solar e, quando solicitado que desenhassem, esse índice foi para 64%. Além disso, aproximadamente 18% encontraram dificuldades para articular as respostas, pois memorizaram as imagens visuais dos fenômenos eclipses e fases da Lua (como ilustrado na Figura 5) sem elaborar um modelo que os representassem.

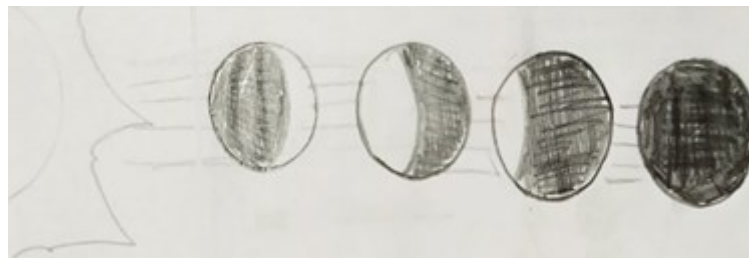


Figura 5 - Desenhos das fases da Lua num modelo bidimensional (B16).
Fonte: Autores.

Por outro lado, após a leitura do conto, cerca de 82% desenhavam e explicaram suas ilustrações adequadamente. Constatado isso, considerou-se que o uso da narração científica na forma de conto nas aulas de Ciências, ao problematizar as concepções prévias, conforme aponta Rosa (2010), facilita a assimilação de conceitos. Porém, a preocupação recai na qualidade de aplicação, por exemplo, a capacidade leitora dos alunos. Os contos são maneiras de narrar experiências pessoais que sejam possíveis de compreensão, mas sua interpretação não se restringe às páginas. O leitor aprende algo quando as palavras criticam percepções arraigadas não evidentes.

Embora a maioria dos participantes, depois das atividades, pode compreender que, durante o eclipse do Sol, a Lua passa a “cobrir” a estrela, os leitores do conto

apresentaram maior facilidade para representar os astros no desenho. Também reconheceram que é impossível o Sol ficar entre a Terra e a Lua. Há grandes possibilidades de que, ao abordar conceitos de tamanho, escala e formato de alguns astros no enredo, como descrito no trecho abaixo, os participantes tenham elaborado abstrações conceituais mais detalhadas sobre os eclipses.

[...] Dona Arranha, o Sol não é menor que a Lua? Diz o menino. — Pelo contrário Carlos. No Sol caberia mais de 13 milhões de Luas. O Sol e a Lua são esféricos como uma bola de futebol. No entanto, por estar mais longe, o Sol aparenta ter o mesmo tamanho da Lua. Mais ou menos o tamanho de uma moeda de um real (Bartelmebs & Silva, 2020, p. 88).

Iniciar a discussão sobre escalas de corpos celestes, durante as aulas de Ciências, não é simples. É preciso construir pontos referências para avançar sobre ideias existentes. Para isso, não existe uma receita. O enredo, que objetiva elaborar um modelo mental explicativo, apenas realiza comparações científicas para serem assimiladas. O professor é fundamental neste processo (Lima & Ricardo, 2019, Rosa, 2010), pois, cabe a ele, guiar, metodologicamente, as dúvidas que surgem do racionalismo mental da interpretação de leitura dos seus alunos. Isto é, aproximar os conhecimentos dos alunos aos conceitos científicos.

Como explicar as fases da Lua com um modelo bidimensional? Com esta questão, buscamos identificar como os alunos, após a intervenção, visualizaram as diferentes fases da Lua a partir de uma representação bidimensional. Apesar de os estudos apresentarem dificuldades e problemas em trabalhar com imagens no ensino de Astronomia (Peña & Quilez, 2001, Langhi & Nardi, 2007), buscou-se compreender como a imaginação produzida durante a leitura de uma obra escrita pode influenciar nos princípios da interpretação visual. Assim, foi proposto aos participantes que preenchessem os círculos da Figura 6 com as sombras e os nomes das respectivas fases.

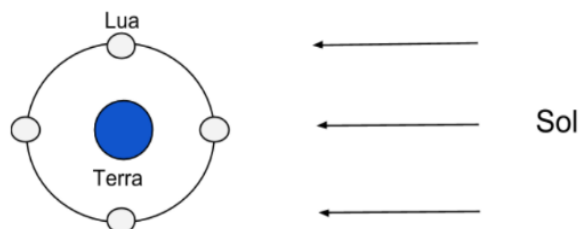


Figura 6 - Esquema da questão que representa as fases da Lua num modelo bidimensional.
Fonte: Autores.

Nos resultados, 25% identificaram os nomes, as posições e as sequências das fases. Entretanto, 7,1% responderam que, ao ser Lua cheia, esta fica entre o Sol e a Terra, pois, nesse momento, a Lua passaria a ser “toda iluminada”. As imagens, quando mal selecionadas, podem causar concepções equivocadas dos fenômenos ao passo que interpretações estáticas e bidimensionais funcionam como barreiras para elaboração de interpretações conceituais mais abstratas. Além disso, todos os participantes da intervenção compreenderam que a Lua não possui luminosidade própria. Isso, segundo os participantes-alunos, é um dos motivos que pode explicar as suas fases.

O conto despertou várias perguntas simples: “Professor, o que aconteceria se acender uma lanterna no lado escuro da Lua?” (B1); “Quantas mulheres foram a Lua?” (B16); “Na Lua têm cavernas ou é somente crateras?” (B3). Além do espírito

investigativo presente nas perguntas, os participantes idealizaram verdades não vivenciadas da realidade. Nesse sentido, não é necessário que a história responda todas as questões, mas são as questões criativas do enredo que podem aumentar o interesse dos leitores e possibilitar espaços para pesquisas e discussões em aulas de Ciências.

A Lua pode ser observada em que horário? Esta questão buscou investigar se os participantes compreenderam que a Lua não está sempre oposta ao Sol e que pode ser visualizada durante o dia. Para isso, empregou-se uma questão do tipo aberta para coletar os dados (conteúdos) que estão por detrás das argumentações. No Quadro 3, descrevemos as características A, B, C e D das diferentes respostas obtidas em diferentes momentos e com diferentes alunos. Essas características emergiram pela frequência de respostas à pergunta, em um processo de aglutinação.

Turmas	Momentos	Característica A	Característica B	Característica C	Característica D
Turmas A e B	Sem intervenção	Lua na madrugada pois está mais escuro	Lua não é iluminada pelo Sol durante o dia	A Lua tem luminosidade própria que é vista a noite	No anoitecer a Lua brilha mais
Turma B	Leitura do conto e oficina didática	É vista durante a noite e, às vezes, de dia	Depende de sua posição	Observada a depender da fase da Lua	À noite quando brilha mais e o Sol se põe
Turma A	Oficina didática	Lua sempre a noite e, às vezes, de dia	Lua melhor vista a noite	Sol ilumina a Lua quando é noite	Lua sempre aparente

Quadro 3 - Características das respostas obtidas durante os três momentos da intervenção.

Fonte: Autores.

Constatamos que há “erros” conceituais nas justificativas de ambas as turmas. Embora as respostas obtidas sejam curtas, são logicamente relacionadas a possíveis observações do fenômeno. A seguir, é apresentada a análise individual das turmas e, na sequência, suas comparações.

(a) *Turma B*: cerca de 61% dos alunos reconheceram que a Lua pode ser vista a qualquer momento no céu, considerando-se que depende da sua fase e da posição de observação: “A Lua pode ser vista à noite e durante o dia [...]” (B26), “[...] pode ser observada dependendo da fase” (B4), “À noite e de dia, algumas vezes, aparece de dia [...]” (B28, B22, B17, B13, B14), “De tarde, de noite, a qualquer hora do dia, porque [...] depende de sua rotação para ver” (B15, B12, B6). Em contrapartida, mesmo após a leitura e a sequência didática, não especificam se a Lua pode aparecer durante o dia: “É possível ver a Lua assim que o Sol se põe” (B11, B5, B1, B16), “À noite porque o Sol some e a Lua brilha mais” (B23), “Durante a noite, pois neste período ela está mais visível e é mais fácil de observar” (B10), “À noite por causa dos dois movimentos: de rotação e de translação” (B7, B8). Três alunos continuam a afirmar que a Lua e do Sol ficam sempre opostos no céu e dizem ver a Lua “À noite, pois o Sol se põe e aparece a Lua” (B18, B19) e “Vê a Lua logo cedo quando nasce o Sol e ao anoitecer [...]” (B20).

(b) *Turma A*: nessa turma, aproximadamente 36% dos alunos (10 estudantes) argumentaram que é possível ver a Lua em qualquer horário: “Toda hora do dia ou da noite, porém é mais fácil de noite” (A13), “Ela pode ser melhor vista à noite, mas pode ser vista durante o dia” (A18, A23, A11, A10), “Durante a noite e, às vezes, de dia. Pois depende da sua fase” (A15, A14) e “Algumas vezes de dia e sempre de noite” (A5, A6, A21, A20, A22, A16, A28). O aluno (A24) especificou que a Lua cheia “[...] pode ser vista no final da tarde por causa da translação e, geralmente, é vista à noite”. Já o aluno (A16) descreveu que a Lua fica visível “entre as 18 horas até as 05 horas e, às vezes, de dia”.

As respostas sinalizam o entendimento de que a Lua fica aparente em algum horário da noite. Possivelmente, por não lerem o conto, não compreenderam como a fase de Lua nova ocorre. Aliás, a crença da Lua só aparecer durante o anoitecer também permaneceu “[...] porque o Sol ilumina a Lua de noite” (A19). Para o aluno (A4), a sombra da Terra causa as fases da Lua, pois a Lua: “Aparece mais iluminada à noite e acompanha a Terra na sombra dela”. Outros 5 alunos acreditam que a Lua sempre está visível no céu, mas é a luminosidade do Sol que influencia a visibilidade da Lua: “Lua é vista em todos os horários, pois ela sempre está aparecendo” (A3) e “Em quaisquer horários, porque o Sol não encoberta sua luz totalmente” (A1). Podemos inferir que para (A1) o brilho do Sol impede a visualização da Lua. Por outro lado, há alunos que relacionam visualização da Lua e horário de observação: “De manhã cedo e de noite, mais ou menos, 19 horas” (A12, A17, A8).

(c) *Comparação das turmas*: a turma leitora do conto (Turma B) explicou as fases da Lua com algum conceito que envolvem movimento de translação e de rotação, de posicionamento dos astros e de raios solares. Com isso, após participarem da oficina didática, a maioria dos participantes compreendeu que é possível visualizar a Lua durante o dia. Porém, muitos argumentaram que tal fenômeno depende da fase lunar, do local da observação e do horário. Aqueles que não realizaram a leitura utilizaram menos conceitos em suas fundamentações e, além disso, nove alunos não compreenderam que, durante a fase de Lua nova, há uma parte iluminada da Lua, não visível da Terra.

Pelos dados do Quadro 3, constatamos que ainda há alunos que continuaram a argumentar que é possível ver a Lua no céu todas as noites, mas não justificaram com coerência os motivos da Lua não poder ser vista durante o dia. Os leitores do conto, por sua vez, elaboraram respostas por aproximação ou semelhança de conceitos e de situações reais.

Num mesmo dia, uma pessoa no Japão, que está do outro lado do planeta, vê a mesma Lua que vemos no Brasil? Esta questão buscou investigar a compreensão acerca das fases da Lua observadas de diferentes lugares do planeta Terra. Os alunos que leram o conto conseguiram elaborar um modelo explicativo mais detalhado. Reconheceram que a Lua, ao ser observada ao mesmo tempo, por duas pessoas que se encontram em polos terrestres extremos (Norte e Sul), as luminosidades são diferentes. Mas, isso não impede a visualização da mesma fase: “[...] porque a Lua vai rodando junto com a Terra” (B25, B21), de modo “[...] a permanecer virada para a Terra com a mesma face” (B24), pois “[...] faz o mesmo movimento de rotação e translação [...]” (B12, B6). O conceito de antípoda (Lua rotacionada 180°), mesmo após a intervenção, não apareceu nas falas.

A título de exemplo, para formar conceitos mais abstratos, após o uso de software de simulações do céu como o *Stellarium*⁶ Neres (2017), é necessário realizar leituras ficcionais para criar relações mais realistas dentro das estruturas cognitivas. Isso poderá aproximar as diferentes experiências ao ensino de um conceito. Com isso, é quebrada a rotina de mera transmissão de conteúdo para a progressão do conhecimento sobre afinidades de saberes que explorem as relações que amarram sujeito e objeto de conhecimento. A partir dos princípios da análise de conteúdo de Bardin (1977), são apresentadas, no Quadro 4, as características A, B, C e D, as quais resumem as unidades de significado frequentes das respostas de diferentes estudantes. Essas foram delineadas com a codificação.

Turmas	Momentos	Característica A	Característica B	Característica C
Turmas A e B	Sem intervenção	Vê a mesma Lua, entretanto, em horários diferentes	Movimento da Terra muda a fase vista pelo observador no Japão	Vê a mesma Lua porque só tem uma
Turma B	Leitura do conto e oficina didática	Vê a mesma Lua e no mesmo horário	Lua apontada para Terra sempre com a mesma face	Não vê a mesma Lua, pois é noite no Brasil e dia no Japão
Turma A	Oficina didática	Mesma Lua, mas com diferentes fases	As fases da Lua dependem do fuso horário	Lua brilha num lado da Terra e, depois no outro

Quadro 4 - Caracterização das respostas obtidas durante os três momentos da intervenção.

Fonte: Autores.

Dos participantes que apenas realizaram a oficina (Turma A), nove não conseguiram generalizar a abstração primordial para visualizar a mesma Lua em diferentes lugares do planeta. Assim, para eles, a porção iluminada da Lua varia conforme o local da observação: “[...] a Lua pode apresentar diferentes fases dependendo de onde é olhada” (A1), “o posicionamento entre Sol-Terra-Lua possibilita ver diferentes fases” (A24). Ademais, outros descreveram que são fases díspares “[...] porque os fusos horários são diferentes e dependendo do jeito da Terra e da Lua podem estar *Global Positioning System* (GPS), e projetar perspectivas de visualização de astros fora do espaço habitual.

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 ela também vê Lua crescente? Com a pergunta, buscamos identificar significados de que a Lua cheia e a Lua nova não são opostas, bem como o Sol não está sempre oposto à Lua. Os alunos que não participaram de nenhuma intervenção olham os astros no céu de maneira mais geocêntrica. Essa percepção de mundo, ao depender da estratégia didática docente, pode progredir para concepções mais científicas. Diante desse cenário, o que pode ser feito em sala, é sensibilizar novos conhecimentos a partir de saberes anteriores, apesar de cada aluno possuir suas próprias concepções.

⁶ Software de código aberto que simula o céu em três dimensões, disponível em <https://stellarium.org/pt/>.

Sequencialmente, destacamos que os leitores do conto conseguiram dar sentido aos conceitos abordados na oficina didática. Por isso, afirmaram que se pode ver a mesma fase da Lua no Brasil e nos Estados Unidos porque “a Terra está rotacionando e transladando ao mesmo tempo que a Lua se movimenta ao redor dela” (B24), “[...] a Lua roda junto com a Terra” (B25, B21, B6, B5, B1, B11), “[...] a posição dos países é quase igual” (B20) e “ambos os lugares estão do mesmo lado da Terra” (B10). No Quadro 5, apresentamos as características A, B, C e D das argumentações mais comuns dos alunos, isto é, as que frequentemente apareceram nas respostas.

Turmas	Momentos	Característica A	Característica B	Característica C	Característica D
Turmas A e B	Sem intervenção	No Brasil é Lua crescente e nos EUA decrescente	A fase da Lua só é a mesma em países próximos ou de mesmo continente	Vê a mesma Lua com diferença de algumas horas	Vê a mesma Lua, mas em dias diferentes
Turma B	Leitura do conto e oficina didática	Vê a mesma fase, pois a Lua translada e rotaciona junto com a Terra	Observa mesma fase por estarem do mesmo lado da Terra	Vê a mesma Lua, porque os países estão no mesmo hemisfério	Fases diferentes, pois a Lua está em outra posição
Turma A	Oficina didática	Vê a mesma Lua nos países de mesmo continente	Vê a mesma fase, porque as fases demoram para mudar	Não vê mesma Lua porque o fuso horário é diferente	Um lado do planeta é dia e outro noite. Assim não vê mesma Lua.

Quadro 5 - Caracterização das respostas para Lua crescente em diferentes lugares do planeta Terra.

Fonte: Autores.

A leitura provocou nos alunos novas dúvidas, críticas e sentidos sobre os conceitos científicos vivenciados em outra realidade. Contudo, aqueles que participaram apenas da oficina continuaram com dificuldades em visualizar um modelo Sol-Terra-Lua solto no espaço e, por isso, ficaram fragilizados às abstrações conceituais mentais. Por isso, demonstraram inseguranças nas explicações, como em “[...] ouvi a explicação, mas não tenho certeza” (A12). Além disso, não discutiram com tanta propriedade o tema, quando comparados aos alunos leitores do conto. Este é mais um dos resultados que reforça o potencial da utilização do conto antes de se iniciar um novo conteúdo. Afinal, as estratégias de ensino precisam dar sentido aos conceitos, mas não podem estancar a imaginação.

Nossas categorias finais

Com a análise das estratégias e dos conhecimentos dos alunos sobre as fases da Lua, em um processo, conforme sistematiza Bardin (1977), de desconstrução e reconstrução de conteúdo dos discursos, estruturamos duas categorias finais com a finalidade de responder à pergunta de pesquisa “o uso de um conto, elaborado por meio de uma narrativa científica, pode contribuir no ensino de Astronomia na Educação Básica?”.

(a) *Quais são as vantagens de elaborar e usar contos no ensino de Ciências:* dentre essas prerrogativas, as vantagens ao elaborar e usar o conto para o ensino de Ciências são: despertar o interesse do aluno por temas mais abstratos; criar espaço para perguntas da realidade e debates entre os pares; contextualizar o conteúdo científico. Além disso, para elaborar um conto, o professor precisa dominar os conceitos, conhecer o gênero textual, praticar a empatia, pois, além de escrever a narrativa científica, necessita pensar como os alunos a compreenderão. Ao adotar um conto elaborado a partir de concepções prévias da turma, é preciso que as palavras da trama ofereçam sentido aos conceitos novos, levem os alunos a imaginar situações que extrapolem as concepções iniciais, explorem dúvidas sobre a verdade científica. Ademais, a leitura de narrativas científicas não pode ser descomprometida com o ensino ou vistas somente como uma atividade de entretenimento. Logo, cabe ao professor fazer as mediações.

(b) *concepções alternativas e novos saberes dos alunos sobre as fases da Lua:* as concepções prévias são comuns entre os alunos, mas, apesar de demonstrarem que existem “erros” conceituais, são modelos que procuram explicar a natureza. Das inferências de campo, após as diferentes intervenções didáticas, notamos que, em diversas concepções, por exemplo, a sombra da Terra ser a causa das fases da Lua, foram substituídas ou rearranjadas em concepções mais sofisticadas e científicas, principalmente pelo grupo leitor.

No entanto, ainda que os participantes tenham compreendido que é possível ver a Lua durante o dia, alguns permaneceram com concepção da sombra da Terra ser a causa das fases da Lua. Isso é uma indicação de que existem desarmonias entre percepções de mundo real e os domínios conceituais apreendidos na escola. Essas diferentes concepções podem, além de causar novos obstáculos epistemológicos, como diz Bachelard (1986), constituir lacunas conceituais. Nesse sentido, sabemos que não controlamos todas as variáveis de saberes dos alunos, mas podemos prever situações comuns para ensinar conceitos básicos, incluindo fases da Lua.

Conclusão

O conto apresentou resultados numéricos superiores à intervenção feita na turma com apenas a realização das oficinas didáticas. A título de exemplo, as justificativas dos participantes para o eclipse Solar foram melhor representadas pelos leitores, com diferença percentual de aproximadamente 18%. No entanto, tal constatação não é rígida, pois, os resultados das oficinas didáticas foram semelhantes em alguns momentos da intervenção, por exemplo, na compreensão conceitual de que a Lua poder ser vista durante o dia.

Portanto, o ensino de Ciências, por meio de histórias que contextualizam conceitos científicos, como proposto nesta investigação, podem levar os alunos a refletirem suas concepções prévias à medida que despertam questionamentos sobre a natureza da Ciência. Isso tende a melhorar a sua participação nas aulas, aumentar tanto o interesse pelo conteúdo bem como a motivação pelos estudos. A elaboração de contos, voltados ao ensino de Astronomia, exige planejamento, pois, conforme Torre (2007), os “erros” conceituais e a lógica do pensamento científico necessitam ser desvendados numa sequência compreensível. Por isso, é fundamental iniciar pelos conhecimentos já adquiridos (Rosa, 2010, Bartelmebs, 2016, Kitzberger, Bartelmebs & Rosa, 2019). Logo, ao retomar nosso problema de estudo “*o uso de um conto, elaborado por meio de uma narrativa científica, pode contribuir no ensino de Astronomia na Educação Básica?*”, percebemos que o enredo ficcional na forma de uma narração científica, guiado por perguntas simples, mas não infantis, contribuíram no desenvolvimento de conceitos científicos complexos.

Conforme o demonstrado pela investigação, os resultados alcançados pelos alunos que leram o conto, obtiveram melhores resultados. Constatou-se ainda que a leitura do conto facilitou novas abstrações conceituais que foram registradas nas respostas do questionário e, portanto, supõe-se que as narrativas científicas do gênero utilizado, elaboradas a partir das concepções dos alunos, apresentam-se como potencializadoras e eficazes no ensino de Astronomia na Educação Básica.

É preciso estar ciente de que, antes de elaborar novas narrativas, os professores avaliem a sua própria prática, pois utilizar essas histórias apenas para motivar os alunos em um momento de recreação e entretenimento, é um risco para a aprendizagem de conteúdos. Nesse sentido, o uso de contos pode ser mais proveitoso aos princípios educacionais quando aplicados de maneira conjunta a outras estratégias: experimentais, observacionais, aulas expositivas-dialogadas, atividades problematizadoras, peças teatrais, simulações, recitações de poemas e oficinas. Por fim, para aprimorá-los, é possível transformá-los em gibis, em vídeos ou em peças teatrais de maneira a flexibilizar novas experiências escolares.

Referências

- Abaurre, M. L. (2007). *Produção de texto: interlocução e gêneros*. São Paulo: Moderna.
- Astolfi, J. P. (1999). *El “error”, un medio para enseñar*. Sevilla: Díada.
- Bachelard, G. (1986). *O novo espírito científico*. Trad. António José Pinto Ribeiro. Lisboa: Edições 70.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bartelmebs, R. C. (2016). *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* (Tese de 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.

- Bartelmebs, R. C., & Silva, L. K. (2020). *Educação em Astronomia: Ideias e práticas para o ensino fundamental*. Palotina: Amazon.
- Baxter, J. (1989). Childrens' understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11(special issue), 502-513.
- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no Ensino Fundamental: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores* (Tese de Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Carvalho, A. M., & Gil-Pérez, D. (2001). *Formação de professores de Ciências: tendências e inovações*. (6a ed.). São Paulo: Cortez.
- Feyerabend, P. (2011). *Contra o Método*. São Paulo: UNESP.
- Flick, U. (2009). *Introdução à pesquisa qualitativa*. (3a ed.). Porto Alegre: ArtMed.
- Frison, M. D., et al. (2009). Livro didático como instrumento de apoio para a construção de propostas de ensino de Ciências Naturais. *Atas do Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências*, Florianópolis, SC, Brasil, 7.
- Kitzberger, D. O., Bartelmebs, R. C., & Rosa, V. (2019). As diferentes concepções sobre as fases da lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 28, 67-93.
- Langhi, R. (2004). *Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental* (Dissertação de Mestrado em ensino de Ciências). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2007). Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87-111.
- Langhi, R., & Nardi, R. (2010). Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, 12(2), 205-224.
- Lima, L. G., & Ricardo, E. C. (2019). O Ensino da Mecânica Quântica no nível médio por meio da abstração científica presente na interface Física-Literatura. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 36 (1), p. 8-54.
- Lüdke, M., & André, M. E. D. A. (2013). *Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas*. (2a ed.) Rio de Janeiro: EPU.
- Mittitier, J. G., & Lourençon, B. N. (2017). Interdisciplinaridade na BNCC: quais perspectivas? *Semana de Matemática e Educação*, Araraquara, SP, Brasil, 6.
- Neres, L. B. O. (2017). *Stellarium como estratégia para o ensino de Astronomia* (Dissertação de Mestrado em Ensino de Física). Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus.

Parisotto, A. L. V., & Rivaldi, R. P. (2016). Ensino de língua materna: dificuldades e necessidades formativas apontadas por professores na Educação Fundamental. *Educar em Revista*, Curitiba, Brasil, 60, 261-276.

Paviani, N. M. S., & Fontana, N. M. (2009). Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. *Conjectura: Filosofia e Educação*, 14(2), 77-88.

Peña, B. M., & Quilez, M. J. G. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.

Pereira, M. L. D' A., Olenka, L., & Oliveira, P. E. D. F. (2016). Física em ação através de tirinhas e histórias em quadrinhos. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 33(3), 896-926.

Piassi, L. P., & Pietrocola, M. (2009). Ficção científica e ensino de ciências: para além do método de “encontrar erros em filmes”. *Educação e Pesquisa*, São Paulo, 35(3), 525-540. Recuperado em 01/01/2022, de www.scielo.br/pdf/ep/v35n3/08.pdf

Rosa, V. (2010). *Ciência em forma de história para a compreensão dos conceitos científicos* (Dissertação de Mestrado em Ensino e Aprendizagem de Ciências e Matemática). Programa de pós-graduação em ensino de Ciências Naturais e Matemática, Universidade de Blumenau, Blumenau.

Rosa, V., Rosa Santos D. S., & Leonel, A. A. (2015). A arte de escrever contos para a aprendizagem significativa de conceitos científicos. *Aprendizagem Significativa em Revista*, Porto Alegre, 5(1), 33-56.

Santos, C. J. S., et al. (2015). Ensino de Ciências: Novas abordagens metodológicas para o ensino fundamental. *Revista Monografias Ambientais*, 14, 217-227.

Soares, A. C., Mauer, M. B., & Kortmann, G. L. (2013). Ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental: possibilidades e desafios em Canoas-RS. *Revista Educação, Ciência e Cultura*, 18(1), 49-61.

Torre, S. de L. (2007). *Aprender com os erros: O erro como estratégia de mudança*. Porto Alegre: ArtMed.

Vygotsky, L. S. (2008). *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes.

Artigo recebido em 27/10/2020.

Aceito em 26/10/2021.

A ASTRONOMIA COMO DISCIPLINA OBRIGATÓRIA NOS CURRÍCULOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DA REGIÃO SUL DO BRASIL

 Leopoldo Gorges Neto ¹
 Luiz Henrique Martins Arthury ²

Resumo: Apresentamos neste trabalho os resultados de uma pesquisa que buscou mapear a disciplina de Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física do sul do Brasil. Como fonte de dados, investigamos os cursos participantes do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) de 2017, e consultamos os Projetos Pedagógicos desses Cursos. Analisando sua matriz curricular e verificando o que a literatura já apontara, encontramos uma evolução da quantidade dos cursos que possuem a disciplina de Astronomia, porém ainda cerca da metade dessas disciplinas são ofertadas como componentes curriculares eletivas. Elencamos ainda os conteúdos mais trabalhados nessas disciplinas e discutimos algumas possibilidades de articulação em sala de aula, argumentando que a Astronomia deveria estar mais presente no currículo formativo do professor de Física.

Palavras-chave: Disciplina de Astronomia; Ensino de Astronomia; Formação Inicial Docente em Física.

LA ASTRONOMÍA COMO DISCIPLINA OBLIGATORIA EN EL CURRÍCULO DE PROFESORADO EN FÍSICA EN LA REGIÓN SUR DE BRASIL

Resumen: En este trabajo presentamos los resultados de una investigación que buscó mapear la disciplina Astronomía en cursos de Profesorado en Física en el sur de Brasil. Como fuente de datos, investigamos los cursos participantes en el Examen Nacional de Desempeño del Estudiante (ENADE) 2017 y consultamos los Proyectos Pedagógicos de estos cursos. Analizando la matriz curricular y comprobando lo que la literatura ya había señalado, encontramos una evolución en el número de cursos que tienen la disciplina de Astronomía, aunque cerca de la mitad de estas disciplinas se ofrecen como componentes curriculares optativas. También enumeramos los contenidos más desarrollados en estas materias y discutimos algunas posibilidades de articulación en el aula, argumentando que la Astronomía debería estar más presente en el currículo de formación del profesor de Física.

Palabras clave: Disciplina de Astronomía; Enseñanza de Astronomía; Formación Inicial del Profesorado de Física.

ASTRONOMY AS MANDATORY DISCIPLINE IN THE CURRICULUM OF GRADUATION IN PHYSICS TEACHING IN THE SOUTH REGION OF BRAZIL

Abstract: In this work, we present the results of a research that sought to map the discipline of Astronomy in undergraduate physics teaching courses in southern Brazil. As a data source, we investigated the courses participating in the 2017 National Student Performance Examination (ENADE) and consulted the Pedagogical Projects of these courses. Analyzing its curricular matrix and verifying what the literature had already pointed out, we find an evolution in the number of courses that have the subject of Astronomy, but still about half of these subjects are offered as elective curricular components. We also listed the most developed contents in these subjects and discussed some possibilities of

¹ Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, Brasil. E-mail: leo.gorges@hotmail.com.

² Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), Jaraguá do Sul, Brasil. E-mail: luiz.arthury@ifsc.edu.br.

articulation in the classroom, arguing that Astronomy should be more present in the training curriculum of the Physics teacher.

Keywords: Astronomy Discipline; Astronomy Teaching; Initial Teacher Training in Physics.

1 Introdução

Ao longo da história, a Astronomia sempre ocupou um lugar de destaque no pensamento humano. Sua onipresença em nossa evolução enquanto sociedade desde o período neolítico, passando pelos pensadores pré-socráticos na Grécia antiga, pela revolução copernicana e chegando à nossa moderna astrofísica, já representaria por si só um campo de destaque na ciência. Mas quando lembramos que foi no contexto da Astronomia que as bases da Física foram postas (com a contribuição de muitos, mas com Newton em destaque), e que esse tema, de grande interesse e curiosidade dos alunos, é fonte de muitas possibilidades didáticas para se trabalhar diversos assuntos, é que vemos que qualquer ausência dessa disciplina nos currículos de formação dos professores de Física é algo a ser repensado.

Mas se a ausência da disciplina de Astronomia na formação do professor é um fator que não contribui para melhorar o ensino de temas correlatos na educação básica, apenas a obrigatoriedade também não garante essa melhoria. Naturalmente essa disciplina não pode prescindir dos cuidados apontados na literatura sobre o ensino de Física, caso contrário poderemos estar contribuindo com a manutenção das concepções inadequadas, tanto sobre os conceitos de Astronomia quanto à própria imagem da atividade científica junto aos alunos (Langhi, 2011, Gorges & Arthury, 2021). Mas a presença da disciplina de Astronomia nos currículos das licenciaturas certamente é um ponto de partida do qual não poderemos prescindir, se quisermos melhorar seu ensino na educação básica.

Visando contribuir com possíveis propostas para esta disciplina, julgamos relevante investigar o cenário em que se encontra a Astronomia nos cursos de licenciatura em Física. Segundo pesquisa de Justiniano et al. (2014) utilizando os dados do Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes (ENADE) de 2011 (Brasil, 2004), apenas 15% dos cursos pesquisados em âmbito nacional possuíam a disciplina de Astronomia obrigatória na estrutura curricular. Ainda nessa pesquisa, foi constatado que a região Sul e a região Centro-Oeste do Brasil se destacaram por possuir a maior quantidade de cursos com essa disciplina.

Neste trabalho, procuramos analisar o avanço da disciplina de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física na região Sul do Brasil, dialogando com a pesquisa supracitada. Ainda, identificamos os conteúdos específicos mais abordados nessas disciplinas, buscando apresentar a ampla conjuntura em que a disciplina de Astronomia obrigatória pode ser ofertada.

2 Encaminhamento Metodológico

A metodologia desta pesquisa, de cunho qualitativo e documental, foi separada em três etapas. Na primeira, realizamos um levantamento das licenciaturas em Física no Sul do Brasil, utilizando a plataforma do ENADE, por meio do relatório de instituições

participantes, públicas e privadas. Como a última participação dos cursos de licenciatura em Física no ENADE foi no ano de 2017, o levantamento desta pesquisa foi referente a este mesmo ano.

Na segunda etapa, buscamos os Projetos Pedagógicos dos Cursos (PPCs) no site das instituições que ofertam a licenciatura em Física, e investigamos se o curso possuía a disciplina de Astronomia introdutória, fundamentos de astrofísica ou disciplinas equivalentes constando explicitamente em suas matrizes curriculares.

Na terceira etapa, ainda examinando os PPCs destes cursos, analisamos as ementas das disciplinas de Astronomia, onde foi possível elencar os conteúdos mais abordados segundo esses documentos, por meio da organização de uma tabela com os conteúdos e a quantidade e porcentagem de disciplinas que os abordavam, conforme veremos na sequência.

3 Resultados e Discussões

A Figura 1 a seguir mostra todas as 34 instituições que possuem licenciatura em Física e sua distribuição no sul do Brasil.

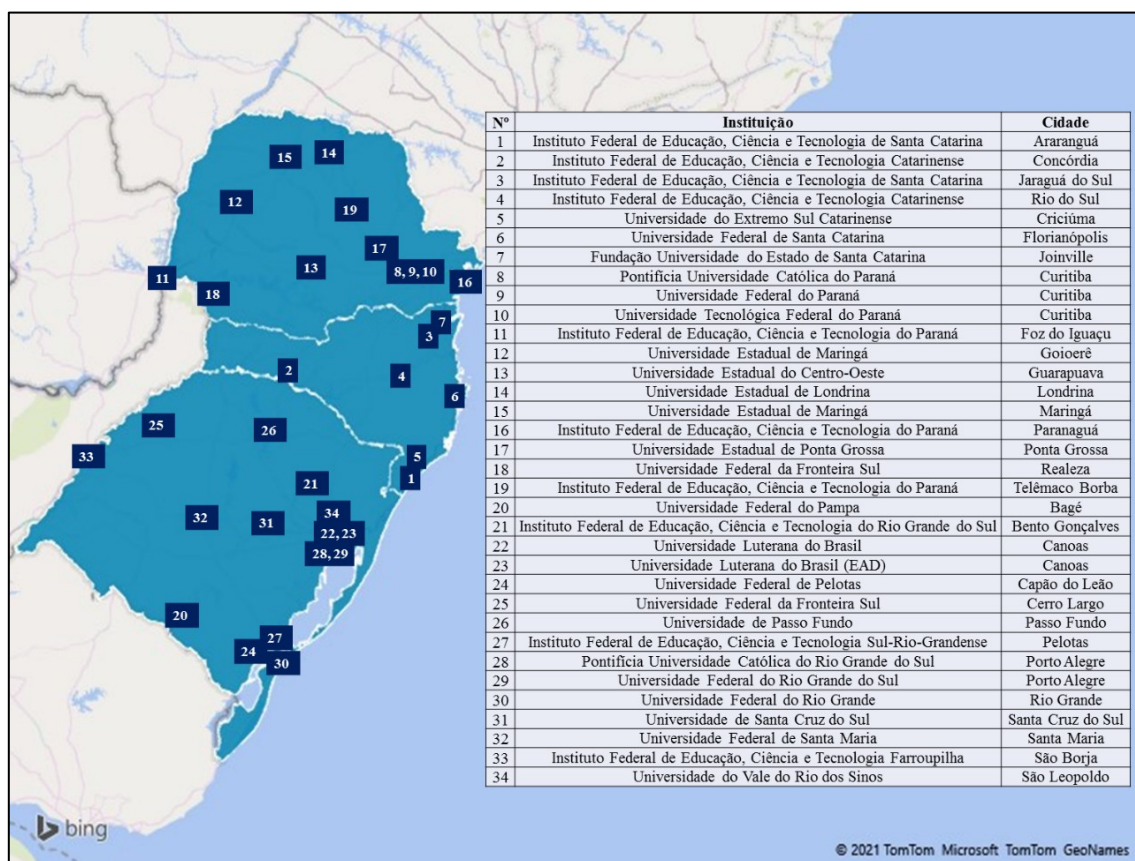


Figura 1 - Licenciaturas em física no sul do Brasil.

Fonte: os autores.

Por esta figura vemos que o estado do Paraná possui doze licenciaturas em Física, Santa Catarina sete, e o Rio Grande do Sul quinze. No levantamento anterior

realizado por Justiniano et al., (2014), havia sido levantado um total de 20 cursos de licenciatura em Física no sul do Brasil, com dados do ENADE de 2011.

Analisando os Projetos Pedagógicos desses cursos, identificamos as licenciaturas em Física que possuem a disciplina de Astronomia em sua grade curricular, seja como disciplina obrigatória ou eletiva. Dispomos as instituições com esses cursos na Figura 2, e as disciplinas de Astronomia ofertadas no Quadro 1 a seguir.

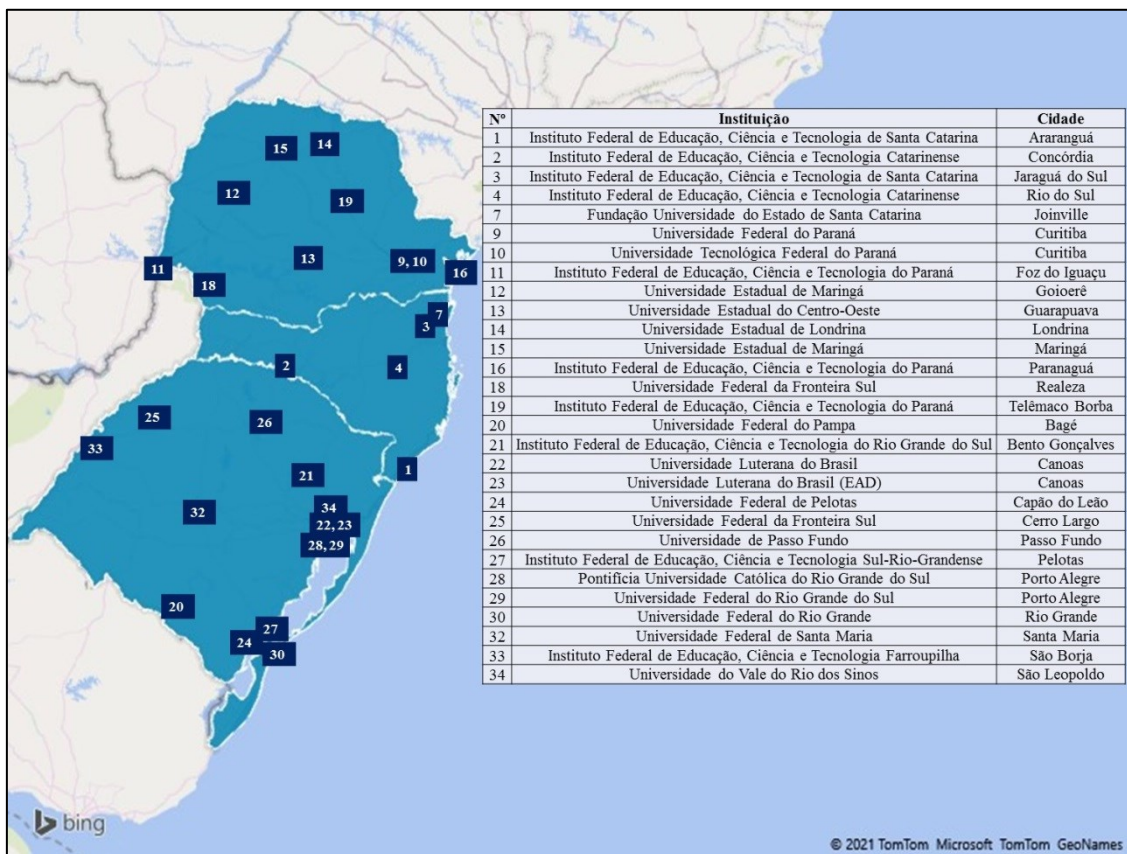


Figura 2 - Licenciaturas em Física do sul do Brasil que possuem a disciplina de Astronomia.
Fonte: os autores.

Segundo a pesquisa de Justiniano et al. (2014), em 2011, 16 cursos de licenciaturas em Física no sul do Brasil tinham a disciplina de Astronomia em sua matriz curricular, seja ela obrigatória ou eletiva. Com este novo levantamento, vemos que esse número subiu para 29 cursos, representando 85% dos cursos. Esperávamos uma progressão como essa em função dos frequentes apontamentos da literatura sobre as deficiências na formação inicial do professor no âmbito da Astronomia (Langhi & Nardi, 2007; Gonzaga & Voelzke, 2011; Langhi, 2011). Ainda, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) destaca conteúdos específicos de Astronomia que podem ser trabalhados pelo professor na educação básica (Brasil, 2018). Em vista disso, esperamos que esse número cresça ainda mais.

Apresentamos no Quadro 1 as disciplinas de Astronomia e suas respectivas cargas horárias ofertadas, com as disciplinas obrigatórias em azul e as disciplinas eletivas em verde claro para melhor visualização comparativa.

Instituições	Unidade Curricular e carga horária		
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Araranguá	Fundamentos de Astronomia e Astrofísica – 80h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Concórdia	Introdução a Astronomia e Astrofísica – 60h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina – Jaraguá do Sul	Astronomia – 40h	Projetos de Astronomia – 40h	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Catarinense – Rio do Sul	Introdução a Astronomia e Astrofísica – 60h	-	-
Fundação Universidade do Estado de Santa Catarina – Joinville	Astronomia – 54h	-	-
Universidade Federal do Paraná – Curitiba	Oficina para o Ensino de Astronomia*	-	-
Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Curitiba	Introdução a Astronomia e Astrofísica – 72h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Foz do Iguaçu	Astronomia – 80h	-	-
Universidade Estadual de Maringá – Goioerê	Astronomia – 68h	Astrofísica – 68h	-
Universidade Estadual do Centro-Oeste – Guarapuava	Introdução a Astronomia – 68h	-	-
Universidade Estadual de Londrina	Introdução a Astronomia – 60h	-	-
Universidade Estadual de Maringá	Astronomia – 34h	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Paranaguá	Introdução a Astronomia – 60h	-	-
Universidade Federal da Fronteira Sul – Realeza	Astronomia I – 30h	Astronomia II – 30h	Astrofísica*
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná – Telêmaco Borba	Tópicos de Astronomia – 33h	-	-
Universidade Federal do Pampa – Bagé	Fundamentos de Astronomia – 60h	Ensino de Astronomia – 30h	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Bento Gonçalves	Tópicos de Astronomia – 80h	-	-
Universidade Luterana do Brasil – Canoas	Astronomia e Astrofísica – 76h	-	-
Universidade Luterana do Brasil (EAD) – Canoas	Astronomia e Astrofísica – 76h	-	-

*Disciplinas sem carga horária explícita.

Quadro 1 - Disciplinas de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física. Obrigatórias em azul e eletivas em verde claro. (continua).

Instituições	Unidade Curricular e carga horária		
Universidade Federal de Pelotas – Capão do Leão	Fundamentos de Astronomia e Astrofísica – 102h	-	-
Universidade Federal da Fronteira Sul – Cerro Largo	Astronomia e Astrofísica – 60h	Astrofísica Observacional*	Fundamentos de Astronomia*
Universidade de Passo Fundo	Fundamentos de Astronomia*	-	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Sul-Rio-Grandense – Pelotas	Astronomia*	-	-
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – Porto Alegre	Astronomia – 60h	-	-
Universidade Federal do Rio Grande do Sul – Porto Alegre	Fundamentos de Astronomia e Astrofísica – 60h	Ensino de Astronomia – 60h	História da Astronomia – 60h
Universidade Federal do Rio Grande	Introdução a Astronomia e Astrofísica – 72h	-	-
Universidade Federal de Santa Maria	Introdução à Técnicas Observacionais em Astrofísica – 60h	Introdução a Astrofísica – 90h	-
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha	Astronomia*	-	-
Universidade do Vale do Rio dos Sinos – São Leopoldo	Gravitação e Astronomia – 60h	-	-

*Disciplinas sem carga horária explícita.

Quadro 1 - Disciplinas de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física. Obrigatórias em azul e eletivas em verde claro.

Fonte: os autores.

O Gráfico 1 a seguir mostra a distribuição das disciplinas entre obrigatórias e eletivas.

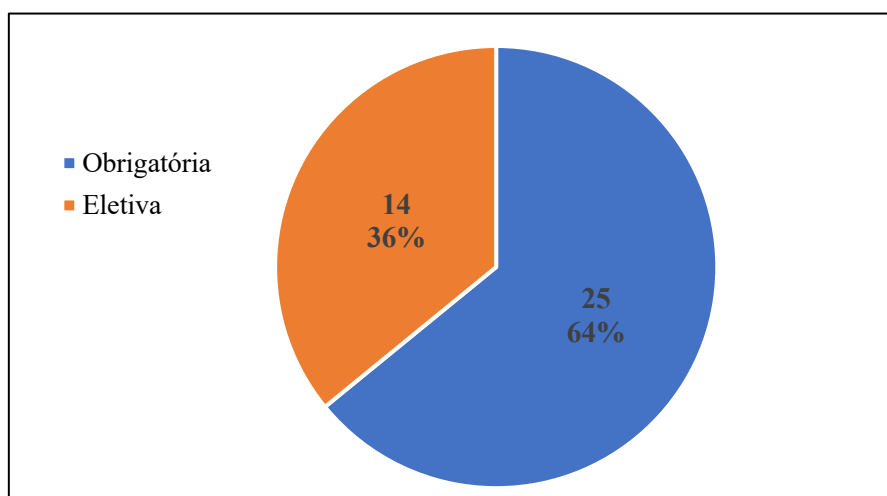


Gráfico 1 - Distinção das disciplinas obrigatórias e eletivas.

Fonte: os autores.

Com os dados apresentados, percebemos que 5 cursos não possuem nenhuma disciplina de Astronomia e 10 cursos possuem a disciplina apenas como eletiva. Considerando essas informações dispostas no Gráfico 2, temos que 44% dos cursos de licenciatura em Física do sul do Brasil formaram professores de Física que provavelmente não tiveram a disciplina de Astronomia em sua graduação. Ou seja, esses professores de Física podem estar sendo formados sem discussões específicas da Astronomia e/ou seu ensino.

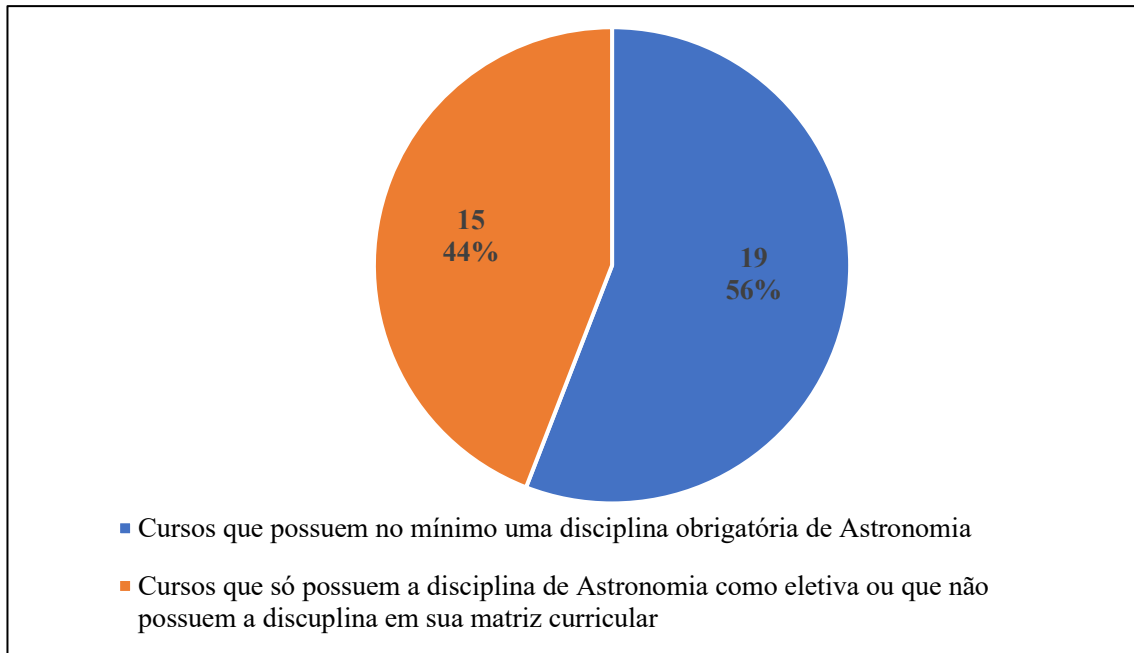


Gráfico 2 - Licenciaturas em Física com disciplinas obrigatórias.

Fonte: os autores.

Pensamos que isso pode representar um problema na formação dos professores. Sabemos que mesmo estudantes das licenciaturas iniciam a graduação em Física com concepções alternativas resistentes à mudança (Pedrochi & Neves, 2005, Iachel et al., 2008). É temerário imaginar que os acadêmicos desses cursos resolverão por si esses problemas, que facilmente podem persistir por toda a graduação até a prática profissional do docente (Gorges & Arthur, 2021).

Vale ressaltar que, por possuir um caráter bastante interdisciplinar, alguns temas de Astronomia certamente são abordados nas disciplinas de Física geral, ou mesmo em disciplinas de epistemologia e história da ciência e da Física. No entanto, as discussões referentes à Astronomia nessas disciplinas são pontuais, servindo a propósitos propedêuticos e de contextualização que, embora sempre essenciais e muito bem-vindos, não costumam aprofundar os saberes específicos.

Assim, algumas concepções inadequadas dos licenciandos podem perdurar justamente por não serem contundentemente trabalhadas em uma disciplina específica em sua graduação. Por exemplo, sabemos que é comum nos alunos do ensino médio a concepção de que os astronautas da estação espacial “flutuam” devido à ausência de gravidade naquele ambiente (Baccon et al., 2016). Ou então, que as estações do ano ocorrem em função da aproximação entre Terra e Sol (Sanzovo & Laburú, 2016). Ou, ainda, que as fases da Lua influenciam o nascimento de bebês ou o crescimento dos

cabelos (Silveira, 2003). Como essas concepções poderão ser enfrentadas se o próprio professor não tiver clareza desses problemas? Se o professor não conhecer de modo suficiente as consequências da gravitação para saber que o primeiro exemplo não encontra sua explicação na ausência da gravidade? Ou se o professor não tiver segurança das leis keplerianas para saber que a relativa proximidade entre Terra e Sol não determina as estações do ano³?

Mostramos na Figura 3 a distribuição dos cursos de licenciaturas em Física do Sul do Brasil que possuem ao menos uma disciplina de Astronomia obrigatória, totalizando 19 cursos.

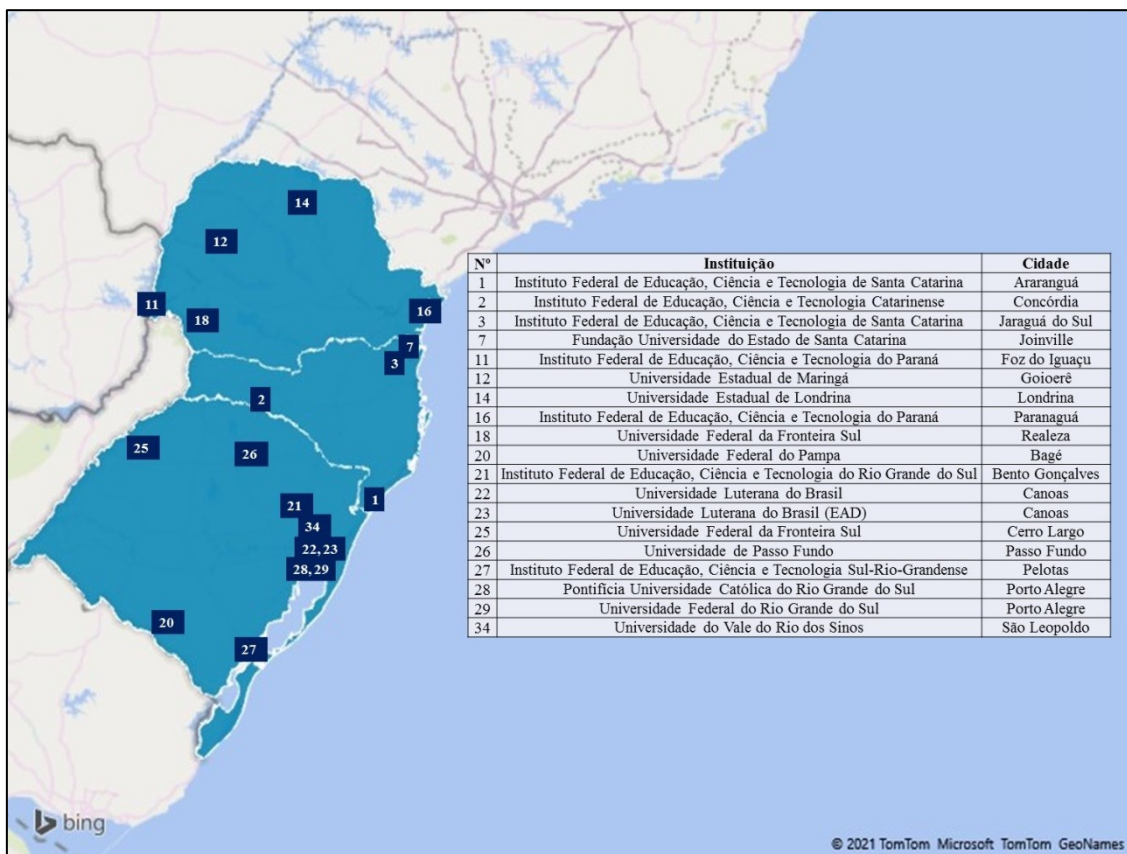


Figura 3 - Distribuição das licenciaturas em Física com disciplinas obrigatórias de Astronomia.
Fonte: os autores.

Conforme já apontado na pesquisa de Justiniano et al. (2014), a região sul e a região centro-oeste do Brasil se destacam por possuir a maior quantidade de licenciaturas em Física com disciplinas específicas de Astronomia, em relação às demais regiões. No entanto, dado o número de licenciaturas em Física no sul do Brasil, consideramos que a escassez de disciplinas obrigatórias ainda é grande: temos 19 cursos com a disciplina, entre os 34 avaliados.

³ Conforme já mencionamos, naturalmente não há como garantirmos que a simples oferta da disciplina de Astronomia evitará totalmente essas concepções. O que defendemos é que, se não existem garantias com a oferta, não será com sua ausência que os professores estarão em melhores condições de evitar essas concepções.

Ao passo em que ações em âmbito nacional são requisitadas no sentido de aproximar a comunidade escolar, a comunidade científica e a comunidade de astrônomos amadores (Langhi, 2011), pensamos que também deva-se pensar na esfera de licenciaturas em Física que já possuem a disciplina de Astronomia, mas apenas como eletiva. Não deveríamos naturalizar um professor de Física que não saiba articular saberes básicos da Astronomia, e manter essas disciplinas apenas como uma opção eletiva (que muito bem pode ser raramente ofertada) certamente não contribui com a questão.

Como ponto fora da curva, vemos no Quadro 1 que a UFRGS possui três disciplinas obrigatórias ofertadas em sua matriz curricular, cada uma com carga horária de 60 horas. Naturalmente este número se deve à grande influência do centro de pesquisa em astrofísica nessa instituição, e de cursos correlatos no âmbito da graduação e também da pós-graduação. Não sugerimos que os demais cursos de licenciatura em Física devam seguir esse exemplo, até mesmo porque as linhas de pesquisa devem mesmo abarcar um pluralismo, o que é ainda o esperado diante das especificidades de cada instituição. Mas com esse exemplo da UFRGS podemos ver que é possível a articulação de ao menos uma disciplina de Astronomia obrigatória em todas as licenciaturas em Física⁴.

Ademais, vemos no Quadro 1 que os cursos de licenciatura em Física da UFRGS e da Universidade Federal do Pampa (RS) alocaram em sua matriz curricular, além de uma disciplina obrigatória de Astronomia, disciplinas específicas de ensino de Astronomia, também obrigatórias (UFRGS – 60h; Unipampa – 30h). A depender do contexto no qual o curso se encontra, esta pode ser uma alternativa à inclusão de uma disciplina obrigatória de Astronomia na licenciatura, uma vez que a proposta se encontra no âmbito acadêmico, possibilitando discussões específicas da Astronomia e também discussões diretas sobre concepções alternativas, ensino-aprendizagem, transposição didática, enfim, discussões que podem auxiliar a futura prática do licenciando, visando a amenização de concepções inadequadas na educação básica.

Com o exposto, vimos que a região do sul do Brasil possui relativamente um número razoável de licenciaturas em Física com a disciplina de Astronomia, mas ainda muitas dessas estão sendo ofertadas apenas como eletivas, resultando possivelmente na formação deficitária de uma parte considerável dos professores formados nessas instituições.

Além de fazermos um levantamento das ocorrências no sul do Brasil, analisamos também os Projetos Pedagógicos desses cursos e levantamos os temas mais frequentemente trabalhados. Apresentamos na Tabela 1 esses resultados, em ordem decrescente de frequência⁵ nas ementas consultadas.

⁴ Essa obrigatoriedade não deve ser vista em um sentido de imposição normativa, e sim no sentido de se garantir a oferta a todos os licenciandos, de modo a incorporarem as discussões em sua futura prática docente.

⁵ Em relação às 24 ementas encontradas e analisadas, dentre os 29 cursos com a disciplina de Astronomia. Apesar de não estendermos esses resultados para a totalidade das disciplinas, consideramos ser uma aproximação bastante razoável.

Conteúdos	Quantidade e porcentagem das disciplinas que abordam estes conteúdos
Sistema Solar (movimento planetário)	16 (66,7%)
Cosmologia (Astronomia galáctica, extragaláctica, universo em expansão)	16 (66,7%)
Evolução estelar (Sol e outras estrelas)	13 (54,2%)
Instrumentos de observação	13 (54,2%)
Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal (gravitação)	11 (45,8%)
Astronomia de posição (coordenadas astronômicas, esfera celeste, identificação do céu noturno, constelações)	10 (41,7%)
História da astronomia (Astronomia antiga)	9 (37,5%)
Espectroscopia	9 (37,5%)
Eclipses, Estações do ano, Marés, Fases da Lua	8 (33,3%)
Práticas de Observação (olho nu e telescópios)	8 (33,3%)
Revolução copernicana (heliocentrismo e geocentrismo)	6 (25%)
Diagrama HR	4 (16,7%)
Arqueoastronomia, etnoastronomia	3 (12,5%)
Exoplanetas	2 (8,3%)
Ensino de Astronomia	2 (8,3%)
Astrobiologia	1 (4,2%)

Tabela 1 - Conteúdos mais trabalhados nas disciplinas de Astronomia.

Fonte: os autores.

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2008, p. 79)⁶ é requisitado o tema estruturador *Universo, Terra e Vida*, o qual é composto por três unidades temáticas: Terra e Sistema Solar, O Universo e sua Origem, e Compreensão Humana do Universo. Observando os

⁶ Vale ressaltar que a BNCC também aponta nesse sentido (Brasil, 2018), contendo uma ampliação significativa de conteúdos de Astronomia que podem ser trabalhados pelo professor na educação básica. A partir disso, argumentamos que devemos nos atentar à formação de professores no que tange o ensino de conceitos específicos de Astronomia e das próprias metodologias articuladas a isso. Caso contrário, poderemos ficar dependentes dos cursos de formação continuada que, apesar da boa intencionalidade, acabam por envolver uma pequena parcela de professores, e que em sua maioria “não tem dado conta dessa necessidade de inovações e mudanças na ação docente, pois o professor retorna à sala de aula com pouca ou nenhuma alteração em sua prática” (Langhi, 2011, p. 392). Portanto, pensamos que uma atenção adequada à formação inicial dos professores no âmbito da Astronomia pode contribuir significativamente com seu ensino, pois envolve uma maior quantidade de sujeitos, sendo que documentos norteadores atuais como a BNCC justificam também essa atenção.

conteúdos da Tabela 1, vemos alguns encontros entre o que o professor de Física estuda em sua formação inicial e o que ele é orientado a ensinar em sua prática futura na educação básica. Assim, procuramos demonstrar na sequência algumas articulações que podem ser realizadas, argumentando que a disciplina de Astronomia pode ser trabalhada em diversos contextos.

Por exemplo, vemos que 66,7% das disciplinas de Astronomia dos cursos de licenciatura em Física preocupam-se com o ensino do sistema solar e movimentos planetários. Contudo, alguns conteúdos são pouco explicitados, como os *Eclipses*, *Estações do ano*, *Marés*, *Fases da Lua*, aparecendo apenas em 33,3% destas disciplinas. Langhi (2011) argumenta que muitos dos professores, por possuírem uma formação inicial deficiente no âmbito da Astronomia, recorrem a livros didáticos para abordarem o tema, os quais apresentam muitas concepções equivocadas. Ainda, aponta que frequentemente os professores omitem a Astronomia de sua prática em virtude de sua insegurança em relação ao tema, justamente por não terem sido trabalhados adequadamente em sua graduação. É bastante natural supor, portanto, que muitas das concepções e dúvidas dos estudantes não serão também dirimidas adequadamente ao longo de seus estudos na educação básica.

Em relação às discussões que o professor do ensino médio é orientado a realizar sobre a vida em geral no contexto cósmico, encontramos que em apenas uma disciplina há menção sobre o tema. A astrobiologia é um campo bastante propício para o professor de Física desenvolver diversas atividades interdisciplinares no ensino médio, e é uma pena que seja tão pouco mencionado nas ementas. Sem a devida articulação em sua graduação, o professor ficará também sujeito a notícias e especulações de todo o espectro de qualidade, favorecendo diversas concepções inadequadas sobre o tema.

Como exemplo de abordagem do tema, no início de 2021 tivemos o pouso do *Rover Perseverance*, da NASA, que intenta procurar por indícios de vida no passado de Marte, juntamente com o *Ingenuity*, o primeiro helicóptero enviado a outro planeta e que já fez o primeiro voo motorizado fora da Terra (Nasa, 2020). É um assunto premente, e que os próprios alunos costumam trazer à sala de aula, e será verdadeiramente uma pena caso o professor não consiga articular esses assuntos em suas aulas. Claro que a idiosincrasia do professor sempre pode compensar, mas nosso ponto é que os cursos de formação deveriam possibilitar essas discussões de modo a não dependermos daqueles que as farão de todo modo.

Como consta na Tabela 1, não foi encontrado nenhum tema relacionado à exploração espacial nessas disciplinas. É como se fechássemos os olhos para tudo o que está acontecendo hoje sobre o tema, o que certamente contribui com o distanciamento da sala de aula do “mundo lá fora”. O potencial para abordagens sobre a possível tenacidade habitacional de seres vivos fora da Terra, de estudos sobre a constituição atmosférica de outros planetas e seus satélites, das técnicas de detecção de exoplanetas, que por si só envolvem muitos contextos interessantes para se aprender diversos tópicos Física, encontra um terreno bastante fértil no contexto das explorações espaciais. Vemos na Tabela 1 que apenas duas disciplinas (8,3%) abordam explicitamente os exoplanetas, num momento onde mais de 4 mil já foram catalogados (Nasa, 2021).

Vemos ainda que dez disciplinas (41,7%) se preocupam com os conteúdos relacionados à *Astronomia de posição* (*coordenadas astronômicas*, *esfera celeste*,

identificação do céu noturno, constelações). Nessa temática, o professor tem a possibilidade de conhecer os “diferentes céus” de nossos antepassados e mesmo dos povos atuais (identificando, por exemplo, as constelações de nativos brasileiros, como a constelação da Ema), de entender como ocorreu parte da separação entre a mitologia e a ciência, passando pelas discussões históricas e epistemológicas sobre a Astronomia, e entendendo o contexto da astrologia e de outros misticismos associados, o que é recorrente entre os alunos e oportuno para se situar o papel do pensamento científico e suas características. Essas discussões podem permitir ao futuro professor um contexto bastante propício para entender a atividade científica enquanto construção humana, porém sem sucumbir a visões relativistas que diminuem seu papel no entendimento do universo.

Encontramos que as temáticas *arqueoastronomia* e *etnoastronomia* são abordadas por três disciplinas (12,5%), e também vemos que a *história da Astronomia (Astronomia antiga)* é abordada por nove disciplinas (37,5%). Uma apresentação adequada destes temas na formação inicial do professor de Física pode contribuir na sua própria compreensão de como a Astronomia evoluiu ao longo dos anos, desde a necessidade de registrar um raio de Sol no fundo de uma caverna até a foto de um buraco negro. Em suma, a Astronomia possui uma história! E a mesma é imprescindível também para a visão da Astronomia enquanto construção, como afirmamos há pouco.

Em oito disciplinas (33,3%) há menção explícita a práticas de observação, seja a olho nu ou via telescópios. Também vemos o tema de *instrumentos de observação* em treze disciplinas (54,2%), mas não pensamos que uma relação mais objetiva possa ser feita entre ambas, já que esse último tema pode se preocupar apenas com as características desses instrumentos, sem necessariamente utilizá-los efetivamente em observações. É claro que é importante conhecer os instrumentos e seus funcionamentos, mas se o professor em formação não tiver um contato direto com algum desses instrumentos, pode facilmente haver um distanciamento entre os conteúdos da Física e a realidade possível: a observação astronômica é uma prática das mais impactantes para o aluno, e não aproveitar esse potencial é uma lacuna importante que a formação inicial pode incorrer ao futuro professor. Todos os que já puderam ver Saturno com seus anéis praticamente na vertical (tudo o que não esperaríamos ver) sabem o espanto que isso pode gerar nas pessoas em geral, desmistificando uma Física aparentemente chata e monótona (que só o é em contextos muito mal aproveitados pelo professor). Para que todo o potencial chamativo da Astronomia possa ser abordado pelo professor junto aos seus alunos, ele próprio deve ter se maravilhado (difícilmente poderemos motivar sem estarmos motivados). E um curso adequado pode mostrar ao professor como isso é possível até mesmo sem muito investimento.

Encontramos referência direta às *Leis de Kepler e Lei da Gravitação Universal* em onze disciplinas (45,8%), e também a *Revolução copernicana (heliocentrismo e geocentrismo)* em seis disciplinas (25%) de Astronomia. Esses conteúdos são comumente trabalhados no ensino médio e possuem grande potencial para se trabalhar concepções inadequadas, não apenas sobre os conteúdos, conforme já mencionamos, como também sobre a própria natureza da ciência. Pensamos que uma referência mais explícita a esses temas devesse ser mais frequente, apesar de julgarmos que os professores possam aborda-los em diversos momentos das disciplinas específicas de Astronomia.

Por fim, pensamos que é essencial o professor em formação passar por temas da Física moderna no âmbito da Astronomia⁷, como *cosmologia (Astronomia galáctica, extragaláctica, universo em expansão)* (66,7%) e *evolução estelar* (54,2%). Além de serem temas muito importantes para a compreensão do estado da arte no campo da Astronomia, e por isso mesmo bastante incentivados na educação básica (Froés, 2014, Horvath, 2013), são oportunidades ímpares para apresentar aos estudantes um universo muito maior que o seu cotidiano.

São diversas as atividades e discussões que podem ser articuladas na formação inicial do professor de Física no âmbito da Astronomia, e os poucos exemplos que trouxemos podem mostrar que a disciplina de Astronomia obrigatória pode ser ofertada sem parcimônia nos currículos das licenciaturas em Física, pois seus conteúdos contemplam não apenas oportunidades valiosas de aplicação e contextualização de todos os campos da Física, quanto as necessidades apontadas pelas pesquisas em ensino de Física, como a inclusão da Física moderna na educação básica (Silva & Almeida, 2011) e das discussões sobre a própria atividade científica (Arthury, 2020).

Acreditamos que a Física moderna no ensino médio possa ser ensinada no decorrer de toda essa etapa formativa, e não apenas como um conteúdo isolado ao final do último ano. A Astronomia no currículo do professor de Física pode contribuir significativamente nesse aspecto. Como um último exemplo nesse sentido, normalmente abordamos os tipos de transferência de calor no segundo ano do ensino médio, onde apontamos que a convecção faz parte do cotidiano dos alunos, costumeiramente falando de panelas ferventes na cozinha. Às vezes também trazemos a movimentação por convecção no interior da própria Terra, sugerindo como esse fluxo pode estar associado ao campo magnético de nosso planeta, que por sua vez está associado a diversas consequências como as auroras nos polos terrestres e a própria evolução da vida no planeta. Tudo isso é muito bem-vindo. Ora, mas podemos muito bem trazer o Sol para a questão, mostrando as camadas em seu interior como o núcleo, onde acontecem as reações nucleares, a zona radiativa, onde a energia criada pela fusão nuclear tende a expandir a estrela, e a zona convectiva, que, como o próprio nome sugere, é a zona onde temos a convecção, a mesma que acontece em nossas panelas com água (com as devidas especificidades de composição, temperatura e pressão, mas essencialmente de mesma natureza). Resumindo, sugerimos que sempre é um movimento produtor trazer ao aluno um mundo maior que sua cozinha.

4 Considerações Finais

Neste trabalho realizamos um levantamento das disciplinas de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física do sul do Brasil. Desse levantamento, foi possível ver que praticamente a metade desses cursos não possui uma disciplina obrigatória de Astronomia, ou seja, os professores dessas instituições possivelmente estão sendo formados sem as discussões e as articulações que poderiam tornar suas próprias aulas mais esclarecedoras a respeito dos temas de Astronomia. A análise realizada a partir dos Planos Pedagógicos desses cursos mostra como o aluno, por meio do professor

⁷ Uma vez que é nosso foco nesse trabalho. É claro que defendemos que os professores em formação tenham a oportunidade para trabalhar com os diversos conteúdos da Física moderna em geral, o que é cada vez mais premente e necessário.

devidamente formado com essas discussões, poderia conhecer diversos tópicos que contextualizam muito daquilo que ele aprende nas aulas de Física. Os dados dessa pesquisa indicam a necessidade de uma ação no currículo das licenciaturas em Física, buscando efetivar a disciplina de Astronomia como obrigatória em suas matrizes curriculares.

Apresentando esse cenário em que a Astronomia se encontra na formação inicial dos professores de Física, pensamos que podemos contribuir com possíveis redirecionamentos desses e de outros cursos ainda a serem constituídos. Os dados coletados apontam uma evolução razoável entre 2011 à 2017, mas diante do exposto defendemos que é possível uma melhora ainda mais significativa.

Não consideramos que a Astronomia seja uma especialidade como as inúmeras que constituem a Física. Como ilustramos, a Física como nós conhecemos se constituiu nesse contexto da Astronomia, e sua história, além de se entrelaçar com a própria história da Física, é que justifica muito dos problemas atuais da ciência contemporânea. E dentre os diversos fenômenos fantásticos e potencialmente motivadores para se falar sobre diversos tópicos da ciência no Ensino Médio, a Astronomia está numa posição de destaque frente aos avanços mais recentes. Buracos negros, ondas gravitacionais, missões espaciais, são todos temas que não raramente aparecem nos meios de informação (ainda que de modo bastante superficial) e aos quais o aluno frequentemente está exposto. Pensamos que se eximir de trabalhar esses temas nas aulas de Física é, no mínimo, frustrar o aluno. E dentre tantos problemas presentes no contexto escolar, frustrar o aluno com as aulas de Física é algo que definitivamente não deveria ser permitido pelo professor.

A Astronomia não é a única forma de motivar o aluno nas aulas de Física, claro. Nesse aspecto, a Física é pródiga em possibilitar diversos contextos de intenso entretenimento intelectual e de ampliação de mundo do estudante. Mas em se tratando de ampliação de mundo, dificilmente se poderia excluir a Astronomia do debate escolar. Por que então deveríamos prescindir de sua presença nos currículos de formação do professor?

Referências

- Arthury, L. H. M. (2020). A natureza da ciência no ensino de Física: entre recortes e sugestões. *Revista do Professor de Física*, 4(2), 1-17.
- Baccon, L., Rocha filho, J. B., & Lahm, R. A. (2016). Ensino de Física por meio de uma unidade de aprendizagem. *Revista Ciências & Idéias*, 7(2), 155-168.
- Brasil. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. (2004). *Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes: Resultados 2017*. Brasília. Recuperado em 29/09/2021, de <http://enade.inep.gov.br/enade/#!/relatorioCursos>
- Brasil. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. (2008). *Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias*. Brasília: MEC/SEMTEC.

Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular. Ensino Médio*. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica.

Fróes, A. L. D. (2014). Astronomia, astrofísica e cosmologia para o Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 36(3), 1-15.

Gonzaga, E. P., & Voelzke, M. R. (2011). Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 33(2), 1-12.

Gorges Neto, L., & Arthur, L. H. M. (2021). A formação docente e as concepções dos estudantes no âmbito da Astronomia. *Cadernos de Astronomia*, 2(1), 159-170.

Horvath, J. E. (2013). Uma proposta para o ensino da Astronomia e astrofísica estelares no Ensino Médio. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 35(4), 1-8.

Iachel, G., Langhi, R. & Scalvi, R. M. F. (2008). Concepções alternativas de alunos do ensino médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (5), 25-37.

Justiniano, A. R. J., Reis, H. R., & Germiniano, D. R. (2014). Disciplinas e professores de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física das universidades brasileiras. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (18), 89-101.

Langhi, R. (2011). Educação em Astronomia: da revisão bibliográfica sobre concepções alternativas à necessidade de uma ação nacional. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(2), 373-399.

Langhi, R., & Nardi, R. (2007). Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 24(1), 87-111.

Nasa. (2020). *Mars 2020 mission: perseverance rover*. Recuperado em 29/09/2021, de <https://mars.nasa.gov/mars2020/>

Nasa. (2021). *Exoplanet exploration: planets beyond our Solar System*. Recuperado em 03/03/2021, de <https://exoplanets.nasa.gov/>

Pedrochi, F., & Neves, M. C. D. (2005). Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 4(2).

Sanzovo, D. T., & Laburú, C. E. (2016). Níveis Interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as Estações do Ano. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, (22), 35-58.

Silva, A. C., & Almeida, M. J. P. M. (2011). Física quântica no ensino médio: o que dizem as pesquisas. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 28(3), 624-652.

Silveira, F. L. (2003). Marés, fases principais da Lua e bebês. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 10-29.

Artigo recebido em 17/06/2021.

Aceito em 11/10/2021.

A LUA E SUAS FASES: ENTRE A DISPONIBILIDADE DE OBSERVAÇÃO E O DESAFIO DA COMPREENSÃO

 *Marcos Daniel Longhini*¹

Resumo: A Lua é um dos astros mais presentes em nosso cotidiano, e o ensino de suas fases está presente em livros didáticos, currículos oficiais brasileiros e estrangeiros e nas pesquisas em Educação em Astronomia. Todavia, as mesmas pesquisas apontam que é um dos assuntos mais difíceis de os alunos aprenderem. Portanto, esta pesquisa de cunho bibliográfico propõe responder: por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço? Também buscou responder: em que aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela? E que cuidados e orientações podem ajudar a explorar esse tema na formação dos estudantes e também dos professores? Os resultados indicaram dificuldades relacionadas a como os alunos interpretam a formação das fases, a influência dos livros didáticos e do trabalho com escalas, referencial e espacialidade. Os cuidados e orientações versaram acerca de como empregar a observação direta do astro, estratégias e materiais possíveis para o ensino do tema, como trabalhar com escalas e referenciais e a faixa etária indicada para trabalhar com ele.

Palavras-chave: Lua; Fases; Sistema Sol-Terra-Lua; Ensino; Aprendizagem.

LA LUNA Y SUS FASES: ENTRE LA DISPONIBILIDAD DE LA OBSERVACIÓN Y EL RETO DE LA COMPRENSIÓN

Resumen: La Luna es uno de los cuerpos celestes más presentes en nuestra vida diaria, y la enseñanza de sus fases está presente en libros de texto, currículos oficiales brasileños y extranjeros y en investigaciones en Educación en Astronomía. Sin embargo, las mismas encuestas indican que es una de las materias más difíciles de aprender para los estudiantes. Por ello, esta investigación bibliográfica se propone responder: ¿por qué, a pesar de la fuerte disponibilidad de observación diaria de las fases lunares, el tema es difícil de entender, no solo por los estudiantes de Educación Básica y Superior, sino también por los docentes en formación y en servicio? También buscó responder en que aspectos, específicamente, se revela este tipo de dificultad. ¿Qué cuidados y orientaciones pueden ayudar a explorar este tema en la formación de estudiantes y profesores por igual? Los resultados indicaron dificultades relacionadas con cómo los estudiantes interpretan la formación de fases, la influencia de los libros de texto y el trabajo con escalas, referencial y espacialidad. El cuidado y orientación fueron sobre cómo emplear la observación directa de la Luna, posibles estrategias y materiales para la enseñanza del tema, cómo trabajar con escalas y referencias y el grupo de edades indicado para trabajar con él.

Palabras clave: Luna; Fases; Sistema Sol-Tierra-Luna; Enseñanza; Aprendizaje.

THE MOON AND ITS PHASES: BETWEEN THE AVAILABILITY OF OBSERVATION AND THE CHALLENGE OF UNDERSTANDING

Abstract: The Moon is one of the most common celestial bodies in our daily lives, and the teaching of the Moon's phases is present in textbooks, Brazilian and foreign official curricula and researches in Astronomy Education. However, the same researches indicate it is a difficult subject for students to learn. Therefore, this bibliographical research proposes to answer: why, despite the availability of observation of the phenomenon of the phases of the Moon, the understanding of how it occurs proves to be complex, not only by students of Elementary, Middle and High-School Education, but also by teachers in training

¹ Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Uberlândia, Brasil. E-mail: marcos.longhini@ufu.br.

and in service? The research also looked for answer: in what aspects this kind of difficulty reveals itself? What care and guidance can help to explore this theme in the training of students and teachers alike? The results indicated difficulties related to the understanding of the phases by the students, the influence of textbooks and the work with scales, reference frames and spatiality. The precautions and guidelines indicated address how to employ direct observation of the Moon, possible strategies and materials for teaching the subject, how to work with scales and references and the age group indicated to work with it.

Keywords: Moon; Phases; Sun-Earth-Moon System; Teaching; Learning.

1 Introdução

O céu é uma espécie de ‘território’ democrático, uma vez que todos têm livre acesso a observá-lo. Todavia, sem um olhar atento ou mesmo curioso, nem sempre as pessoas percebem nele padrões ou identificam determinados astros, o que tem menos possibilidades de ocorrer tratando-se da Lua e de suas fases. Isso, porque nosso satélite natural, juntamente com o Sol e excetuando a Terra, é o astro com o qual os indivíduos têm contato diuturnamente. Assim sendo, vale considerar que em função de aspectos relacionadas à cultura humana, a educação das novas gerações não deve prescindir de compreender a respeito da Lua e como ela muda de aspecto regularmente.

Além disso, ainda que não só, o trabalho com a Lua em processos de ensino e aprendizagem pode desenvolver nos alunos uma sistemática de experimentação, observação e medição, algo que deve ser valorizado na educação escolar e que aproxima o ensinar ciências do fazer ciência. Benacchio (2001) destaca algumas ideias importantes quando se pensa na exploração da Lua como recurso instrucional. São elas: é grande no céu, como o Sol; logo, não necessita de instrumentos sofisticados para sua visualização. Aparece durante o dia e também à noite; assim, alunos de qualquer turno escolar pode explorá-la em tempo real. Distintamente do Sol, ela é um astro seguro para observação sem filtros especiais ou aparatos sofisticados. Mesmo em uma noite nublada, eventualmente ela ainda pode ser percebida. O mesmo autor ainda destaca que ela é útil para orientação e seu ciclo de 29 dias cabe dentro dos tempos escolares, como o bimestre, semestre ou ano letivo. A essa lista, acrescenta-se o fato de ela aparentemente cruzar o céu todo dia, ainda que em diferentes horários, e que em torno dela o ser humano criou uma ampla cultura relacionada à vida cotidiana, o que pode ser um valioso recurso para se iniciar o trabalho com o tema. Venville, Louisell e Wilhelm (2012) reforçam essa última ideia quando afirmam que aspectos sociais e experiências culturais influenciam no desenvolvimento de conhecimentos a respeito da Lua em crianças.

Obviamente que a relação indivíduo, cultura e Lua não ocorre somente nas crianças. Essas conexões perpassam diferentes idades. O estudo de Darroz et al. (2013) com 80 sujeitos de distintos níveis de instrução e faixa etária mostrou que eles manifestam ideias que ligam a influência da Lua a diversos aspectos do cotidiano, como a agricultura, o nascimento de bebês, as marés, o humor, a pesca e o desenvolvimento dos fios de cabelo, sendo este último o mais citado.

É considerável que a Lua exerce presença na vida de qualquer ser humano, ainda que ele nunca tenha se detido a estudá-la. Essas relações podem ser iniciadas, como apontado anteriormente, a partir de aspectos da cultura humana, como a associação a períodos de plantio ou nascimento de bebês, ainda que essa última relação

não evidencie resultados científicos, conforme mostra a pesquisa de Bueno, Iessi e Damasceno (2010). O mesmo vale para o caso dos bebês, quando Silveira (2003) debruçou-se em explorar a correlação das fases da Lua com o nascimento de crianças. Apesar da forte associação que as pessoas geralmente estabelecem, no estudo com 104.616 datas de nascimento, o autor não encontrou nenhuma evidência de que haja relação entre um período específico da fase com o maior ou menor número de bebês.

A presença da Lua como um elemento representativo da cultura de um povo também ocorre entre os indígenas. Caux (2018) mostra isso com os Araweté, localizados no médio curso do rio Xingu (PA), para os quais a Lua, ou Jahi, aparece sempre no mesmo período lunar e faz com que “a matéria acumulada no ventre das mulheres” (p. 9) desça, numa alusão direta com o ciclo menstrual.

Mudando para outro aspecto da vida em sociedade, quando nos debruçamos sobre a área educacional, também encontramos uma série de documentos com indicações de que a Lua e suas fases é um tema que deve estar presente nos currículos escolares, inclusive ser tratado em diferentes faixas etárias. No Brasil, aparece na unidade temática ‘Terra e Universo’ da Base Nacional Comum Curricular – BNCC (Brasil, 2018) e também nos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (Brasil, 1997).

Em outros países, o cenário não é distinto. Kriner (2004), por exemplo, cita que as fases da Lua também são um dos conteúdos básicos do currículo da Argentina. Nos Estados Unidos, segundo Slater (2008), o *National Science Education Standards* e o *American Association for the Advancement of Science’s Benchmarks for Science Literacy*, que são documentos orientadores de currículos, também propõem o ensino de temas relacionados à Lua.

Em pesquisas no campo da Educação em Astronomia há também uma abundância de trabalhos sobre o tema. Em levantamento realizado por Langhi e Nardi (2010), as fases da Lua figuram entre os sete conteúdos mais recorrentes na pesquisa nacional e nos documentos oficiais da educação, considerado “astronomia essencial”. Para Lelliot e Rollnick (2009), é o segundo tópico de Educação em Astronomia mais investigado. O mesmo se confirma no levantamento bibliográfico realizado por Gonçalves e Bretones (2020), que mostrou a presença da temática em trabalhos envolvendo a Educação Básica e o Ensino Superior.

Na contramão da ênfase que é dada ao tema em documentos oficiais e currículos, Pasachoff (2002) faz afirmações polêmicas, como a que questiona se, de fato, deveríamos insistir no ensino de temas como fases da Lua ou mesmo estações do ano, ainda que tais ponderações sejam para alunos de cursos introdutórios de graduação². Ele considera que deveríamos avançar para assuntos atuais dentro da Astronomia, que trariam mais motivação e entusiasmo aos aprendizes, estimulando novas gerações a buscarem compreender mais sobre o universo.

Em que pese a argumentação de Pasachoff (2002), é inegável a presença do tema nos currículos escolares, nas pesquisas da área, na cultura popular e no céu de todo habitante desse planeta. Nesse sentido e, portanto, contrário à ideia do pesquisador, reforça-se a importância do ensino do tema, apesar da comumente ideia encontrada na literatura de que se trata de um dos assuntos mais difíceis de os alunos aprenderem (Stahly, Krockover & Shepardson, 1999; Saraiva, Silveira & Steffani, 2011; Lelliot &

² *Introductory College Astronomy Course.*

Rollnick, 2009), além de apresentarem ideias resistentes à mudança (Kavanagh, Agan & Sneider, 2005).

Essa ideia também surge em pesquisas com professores, como a de Trundle, Atwood e Christopher (2007) e Longhini e Mora (2010), que mostram que esse público também revela concepções alternativas sobre o tema. Assim como nos estudantes, Hermann e Lewis (2003) apontam que, mesmo após o trabalho com o assunto, alguns professores ainda mantêm concepções alternativas sobre a Lua e suas fases.

Contraditoriamente, como afirmam Trundle, Troland e Pritchard (2008), o ciclo das fases é o fenômeno mais familiar sobre a Lua, mas também o mais incompreendido. Na pesquisa realizada por Bisch (1998), tanto com professores quanto com alunos, a Lua foi o astro mais representado por eles, o que traz a mim uma indagação central, foco deste artigo: por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço? Como desdobramento dessa questão central, apresenta-se duas outras: em que aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela? E que cuidados e orientações podem ajudar a explorar esse tema na formação dos estudantes e também dos professores?

2 Metodologia de coleta e análise dos dados

Trata-se de uma pesquisa de cunho eminentemente bibliográfico, para a qual realizaram-se buscas em diferentes bases de dados. Inicialmente, partiu-se de periódicos da área de Educação em Astronomia e Educação em Ciências, os quais, potencialmente, são aqueles que podem trazer artigos relacionados ao ensino e aprendizagem das fases da Lua.

Realizou-se a busca inicialmente pelas palavras-chave ‘Lua e fases’, mas por temas afins, como ‘eclipse’, por exemplo. Os mesmos termos foram usados em língua inglesa para as bases de dados internacionais. Não se fez, de antemão, nenhuma restrição ao período da publicação dos materiais, uma vez que se considera que não se trata de um tema em que pode haver drásticas mudanças em função de o estudo ter ocorrido há décadas, por exemplo. Por vezes, a restrição se deu em função da não possibilidade de obtenção do material, pois os mais antigos artigos nem sempre se encontram em formato digital e não estão, portanto, nas bases disponíveis *on line*.

Os periódicos selecionados para a busca foram: *Astronomy Education Review* e a Revista Latino-americana de Educação em Astronomia (RELEA). No campo da Educação em Ciências, considerando que grande parte dos mais importantes periódicos da área encontram-se no Scielo³ e também no Portal de Periódicos Capes⁴/MEC, a busca foi feita através deles, usando as palavras-chave indicadas anteriormente. Também se consultou o Banco de teses e dissertações em Educação em Astronomia, com auxílio na busca previamente por estudos acerca da temática feita por Gonçalves e Bretones (2020) na mesma base.

³ *Scientific Electronic Library Online*.

⁴ Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

Os resultados não terão como foco aspectos quantitativos, uma vez que o propósito desta pesquisa tem enfoque essencialmente qualitativo. Os dados serão apresentados em eixos, os quais foram sendo construídos na medida em que se deu a revisão de literatura. Foram dois grandes eixos centrais: no primeiro deles buscou-se identificar na literatura o que se intitulou ‘dificuldades na compreensão do tema’. No segundo, também com base nos materiais lidos, buscou-se trazer orientações a respeito de como trabalhar o assunto.

Subdividiu-se cada um dos eixos em outros menores, que foram expressos na forma de perguntas. Assim, esquematicamente, o texto a partir de agora está assim organizado:

Eixo 1: Dificuldades na compreensão do tema.

- a - Como a Lua muda de aspecto?
- b - Que horas encontramos a Lua?
- c - O que ensinam os livros?
- d - Quanto interferem, na compreensão das fases da Lua, as noções de referencial, espacialidade e escala?

Eixo 2: Orientações sobre como explorar o tema.

- a - Deve-se partir da observação direta do astro?
- b - Que estratégias e materiais devem ser usados para ensinar as fases da Lua?
- c - Que importância têm as escalas de dimensão e de distância entre os astros?
- d - O tema pode ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária?

3 Resultados obtidos

3.1 Eixo 1 - Dificuldades na compreensão do tema

3.1.1 Como a Lua muda de aspecto?

O primeiro desafio que o tema apresenta é justamente entender como uma porção da Lua se mantém iluminada ao passo que, simultaneamente, outra está escurecida. Agrega-se a isso o fato de que essas partes vão se alterando ao longo do tempo, que são, justamente, as fases. Isso não é algo óbvio, como mostram Iachel, Langhi e Scalvi (2008), em pesquisa com adolescentes entre 14 e 18 anos, quando revelaram que cerca de 40% deles não sabiam explicar as fases da Lua.

Uma explicação presente entre estudantes é simplesmente afirmar que existe mais do que uma Lua, cada uma guardando um aspecto diferente. Isso foi identificado no estudo de Bisch (1998) e também de Darroz et al. (2013).

Pode parecer intuitivo aos alunos argumentarem que se uma região está escura é porque alguma sombra, gerada por outro corpo, é projetada sobre ela. Via de regra,

julga-se que algum astro é que projeta sombra em outro. Esse é o modelo explicativo mais comumente encontrado, e isso não só entre estudantes, mas também entre docentes, sejam aqueles ainda em formação, seja os que estão em serviço. Esse modo de interpretar as fases é tão recorrente que alguns estudos o denominam de ‘explicação do eclipse’ (Stahly, Krockover & Shepardson, 1999) ou ‘mecanismo de eclipse’ (Subramanian & Padalkar, 2009), fazendo alusão ao fenômeno natural relativo ao sistema Sol-Terra-Lua (S-T-L).

Geralmente, quando aprendizes recorrem ao ‘mecanismo de eclipse’ para explicar as fases da Lua, a Terra é assumida como o astro que projeta sombra sobre a Lua, fazendo com que parte dela se torne escura. Esse tipo de concepção foi revelado por alunos da faixa etária entre 9 e 16 anos (Baxter, 1989), por mais da metade dos 122 licenciandos participantes do estudo de Schoon (1995), por professores (Trundle, Atwood & Christopher, 2002), por crianças italianas (Benacchio, 2001), por estudantes do Ensino Fundamental (Lago, 2013) e por professores em formação (Trundle, Atwood & Christopher, 2006), para exemplificar.

Outros planetas ou mesmo diferentes elementos, como nuvens, podem fazer a função de bloquear os raios solares, segundo concepção encontrada em outros estudos, como o de Bisch (1998), Trundle et al. (2010) e Venville, Louisell e Wilhelm (2012). Essa ideia tem sido encontrada não só em estudantes, mas também entre professores.

O modelo da obstrução é também evidenciado na pesquisa de Baxter (1989), com estudantes entre 9 e 16 anos de idade. O autor identificou cinco noções sobre como as fases da Lua ocorrem, sendo quatro delas associadas a sombras. Da primeira à quinta, elas representam uma espécie de crescente em direção à noção cientificamente aceita. São elas: 1 - As nuvens cobrem parte da Lua que nós não podemos ver; 2 - Planetas projetam sombras na parte da Lua que nós não podemos ver; 3 - A sombra do Sol é projetada na Lua, e isso bloqueia nossa visão dela; 4 - A sombra da Terra é projetada na Lua, e isso bloqueia nossa visão dela; 5 - Uma porção do lado iluminado da Lua é visível da Terra. Segundo Baxter (1989), a mais comum de ser encontrada entre os alunos é a noção 4, presente em todas as faixas etárias.

O que se verifica nesses resultados é que deve existir algo que leva os alunos a explicarem as fases empregando a formação de sombras provinda de algum astro ou o chamado ‘mecanismo de eclipse’. Parte-se de duas hipóteses para o fato: uma que reside no próprio fenômeno do eclipse e outra, ainda que estreitamente relacionada à primeira, que diz respeito à compreensão de como se formam as sombras.

Sobre a primeira hipótese, verifica-se que nem sempre está clara para os alunos a diferença entre fases da Lua e eclipses, pois muitos entendem que ambos são causados pelo mesmo fenômeno, conforme afirmam Kitzberger, Bartelmebs e Rosa (2019), assim como Iachel, Langhi e Scalvi (2008), em pesquisa com adolescentes entre 14 e 18 anos. Benacchio (2001) encontrou dados na mesma direção, quando constatou que estudantes assumem que eclipses da Lua são um caso particular de fase. Levanta-se, portanto, a suposição de que a compreensão de aspectos relacionados aos eclipses lunares ocorre de modo mais fácil do que a das fases, e isso pode estar ligado a alguns fatores. Essa ideia é reforçada pela pesquisa de Machado e Santos (2011), realizada com 561 alunos do Ensino Fundamental e Médio, sobre o que eles conheciam acerca de diversos conceitos de Astronomia. Os melhores resultados se deram em relação ao entendimento de como ocorre o eclipse, em especial, o lunar.

Um fator que pode tornar os eclipses de mais fácil compreensão pode estar associado à própria divulgação que há em torno desse fenômeno, se comparado às fases da Lua, que é um acontecimento ordinário. Para Suzuki (2003), a forte presença da explicação das fases da Lua baseada em sombras pode ser atribuída, em parte, à publicidade dada à Lua durante os eclipses lunares. Para Bennett et al. (2012), tanto o eclipse solar quanto o lunar são eventos que chamam a atenção do público, além de serem de fácil observação e amplamente noticiados na mídia.

Além da divulgação, os eclipses podem guardar uma carga emotiva pela experiência que propiciam. A pesquisa de Camino e Paolantonio (2017), por exemplo, resgatou memórias sobre eclipses solares vivenciados por pessoas idosas, e revela como esses eventos foram significativos, justamente porque, apesar de serem fenômenos naturais, guardam aspectos emotivos por terem sido experienciados de modo coletivo e por serem uma experiência nova e emocionalmente excitante. Tomando esse paralelo, pondera-se que os eclipses lunares, apesar de ocorrerem com maior frequência que os solares, também são noticiados e até explicados pela mídia, o que pode levar as pessoas a olharem com mais atenção para a Lua ou se interessarem pelo tema. Nessas situações, estamos, de fato, lidando com eventos relacionados à sombra de um astro sendo projetada em um outro. Mas no caso das fases, o processo é outro. Além de ocorrerem continuamente e corriqueiramente, pondera-se que quando necessitam ser explicadas, são empregados os aspectos relativos à sombra de algum astro sobre outro, tomando alguma semelhança com os eclipses, portanto.

A segunda hipótese a respeito do amplo emprego do ‘mecanismo de eclipse’ para explicar as fases reside no fato de ele envolver sombras. Nesse caso, se discutirá acerca da formação da ideia de sombra no aprendiz. Um dado que reforça essa segunda hipótese é o fato de que crianças mais jovens tendem a não explicar as fases da Lua com base no ‘mecanismo de eclipse’, conforme dados apresentados por Wilhelm (2014), assim como Stahly, Krockover e Shepardson (1999). Em suas pesquisas com crianças com idade inferior a 9 anos, não há a presença de tal modelo explicativo. Para Plummer (2009), as crianças mais jovens tendem a explicar as fases da Lua em termos de movimento de nuvens, enquanto as mais velhas e os adultos, inclusive professores, usam o modelo da sombra da Terra ou do eclipse. Para Wilhelm (2014), isso ocorre porque as crianças mais jovens possuem uma compreensão mais simples sobre o próprio conceito de sombra. Em trabalho anterior, o mesmo pesquisador identificou que alunos entre 6 e 8 anos explicam que a Lua muda de aparência porque partes dela são escondidas pelo céu, ou atribui a elas qualidades animadas, com vontade própria para a mudança (Wilhelm, 2014). Logo, tais dados corroboram a eventual hipótese de que a forte presença do ‘mecanismo de eclipse’ relaciona-se com a gênese da ideia de sombra no indivíduo, e isso varia em função da faixa etária do aprendiz.

As crianças tendem a revelar uma concepção substancialista a respeito da sombra, ou seja, acreditam, conforme afirmam Gonçalves e Carvalho (1995), que ela é algo material que emana no próprio objeto. Além disso, também explicitam a concepção, segundo Galili e Hazan (2000) e Gonçalves e Carvalho (1995), de que a sombra do objeto representa sua forma, do mesmo modo que a imagem em um espelho expressa fielmente o objeto. Na mesma linha, Djanette e Fouad (2014) apontam que para os aprendizes a sombra é algo que existe no objeto e ela se forma tal qual uma imagem dele. Ou ainda, conforme afirmam Domaschenz, Collett e Wells (2010), ela é

forçada para fora do objeto pela luz, como se fosse algo concreto que dele pudesse emergir.

A partir de tais dados, alguns questionamentos são tecidos. Por exemplo, quando caminhamos em local aberto em um dia ensolarado, podemos reconhecer o formato do nosso corpo no chão. Essa é uma experiência que podemos vivenciar desde os primeiros anos de vida. Assim, como é de esperar que um aluno não assuma, como explicação mais imediata, que uma sombra circular não deve ser originada de um objeto também redondo, como um planeta ou mesmo a Terra? Todavia, no caso das fases da Lua, a região do astro que vemos sem iluminação não é resultado da sombra de um outro corpo projetada sobre ela, o que torna ainda mais complexo imaginar como pode haver sombras sem a interceptação da luz por algum outro objeto. Logo, emerge um novo questionamento: como a Lua pode criar sombra em si, quando o que se percebe no cotidiano, via de regra, é a sombra fora do corpo, como se dele emanasse? Como a Lua é um corpo tridimensional e opaco, ela pode ter regiões iluminadas e sem iluminação, dependendo de como ela se posiciona em relação à Terra e ao Sol. Mas disso decorre um novo desafio, pois quando vista a distância, como é o caso de quem está na Terra, perdemos a noção de um corpo tridimensional e ela se assemelha a um disco bidimensional (Leite, 2006). Logo, pode fazer pouco sentido para o estudante que uma mesma face desse “disco” possa ter uma região iluminada e outra no escuro.

Essa síntese de resultados mostra a teia de relações que a compreensão das fases da Lua tem, uma vez que está associada não somente ao movimento dos astros envolvidos, mas também a mecanismos físicos, como os relacionados à formação de sombras.

3.1.2 Que horas encontramos a Lua?

Apesar de nosso satélite natural estar todo dia presente no céu, nem sempre as pessoas parecem se dar conta disso. O olhar parece estar focado em outras atividades da vida cotidiana e pouca atenção parece ser dada à Lua, em especial, quando se trata do período claro do dia, e as pesquisas da área reforçam essa informação. Por exemplo, em uma atividade proposta por Simon (2016) a respeito da Lua, a autora notou a dificuldade dos alunos, justamente pela falta de hábito de observar o céu, inclusive à noite.

Há uma série de prováveis motivos pelos quais há pouca observação do céu, inclusive, da Lua. Benacchio (2001) destaca vários problemas que dificultam a compreensão de aspectos relacionados ao céu por parte dos alunos, dentre eles, os associados ao nosso satélite natural. Ele cita a poluição luminosa das cidades, que torna o céu ‘invisível’, além da influência de mídias, como TV ou jogos eletrônicos, nos quais as imagens mudam rapidamente, diferentemente do céu, em que o movimento é lento, ou seja, é uma velocidade com a qual os estudantes não estão acostumados a lidar. Além disso, segundo o mesmo autor, vivemos um momento de valorização somente do “espetacular”; então assuntos como buracos negros ou explosões estelares são vistos como mais interessantes, ao passo que fenômenos que requerem tempo ou observação, como é o caso das fases da Lua, são considerados tediosos ou desnecessários.

Consequência disso, em parte, é a elaboração das mais diversas concepções sobre em que horários é possível encontrar a Lua visível, muitas delas, em desacordo

com a realidade. Há estudantes que nem mesmo percebem que a Lua nasce e se põe todo dia, como foi o caso de 1/3 dos 36 professores em formação inicial, investigados por Ogan-Bekiroglu (2007). Todavia, a concepção prévia mais fortemente identificada é aquela associada à presença da Lua somente no céu noturno, inclusive também entre professores, como revelou o estudo de Suzuki (2003) com docentes japoneses.

Numa pesquisa com estudantes de anos iniciais, Starakis e Halkia (2010) identificaram que a ideia prevalente entre eles também é a de que a Lua só é visível à noite. Durante o dia, eles afirmam que ela somente pode ser vista em torno do nascer ou do pôr do Sol. Quando perguntados onde está a Lua ao meio-dia, por exemplo, eles explicam que ela se encontra do outro lado da Terra, escondida ou bem longe de nós. Decorre daí o modelo de que Lua e Sol ocupam posições antagônicas no céu. Tais explicações, segundo os autores, estão associadas à própria maneira como os estudantes entendem o mecanismo que dá origem aos dias e as noites.

O mesmo tipo de explicação foi encontrado por Vosniadou e Brewer (1994) e Bisch (1998), ou seja, os estudantes associam o dia com o Sol e a noite com a Lua e as estrelas. Logo, Sol e Lua estão em lados opostos da Terra, sendo que quando um aparece o outro desaparece. A isso Vosniadou e Brewer (1994) deram o nome de ‘modelo hidráulico’.

Em face desses resultados, os alunos podem julgar que é infrutífero buscar a Lua nos horários em que o Sol ainda está presente, o que pode causar até certo espanto ao constatarem que ela é possível de ser vista mesmo nessa situação.

Por fim, ainda que estudantes superem a ideia de que a Lua só pode ser encontrada no céu noturno, relacionar as fases com a hora e a localização no céu ainda não é uma tarefa trivial, até mesmo para estudantes universitários. É o que confirma a pesquisa de Saraiva, Silveira e Steffani (2011) com estudantes do curso de Física, por exemplo.

Em linhas gerais, o que os resultados nos mostram é a pouca clareza dos alunos sobre os horários em que a Lua está visível no céu, dando destaque para sua presença à noite, quando, de fato, ela se torna mais evidente. Isso, no entanto, não impede que uma observação atenta ou mesmo sistematizada do céu pelos estudantes e até mesmo por professores leve-os a encontrá-la nos mais diferentes horários, inclusive naqueles em que o Sol também está presente no céu. Atividades com tal teor podem, inclusive, valorizar aspectos para além dos meramente conceituais, como destacam Pozo e Crespo (2009), abordando conteúdos de natureza procedimental, inerentes ao campo das ciências naturais.

3.1.3 O que ensinam os livros?

Pelo fato de as fases da Lua ser um tema presente na atual Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2018), é de se esperar que ele apareça nos materiais didáticos usados por professores e alunos, em especial nos livros, sejam eles didáticos ou mesmo paradidáticos. Eles podem acabar, por exemplo, influenciando a percepção que estudantes têm sobre a Lua. Trundle et al. (2010) mostram que a fase mais desenhada pelos participantes de seu estudo (6º ao 8º ano) é o quarto minguante, além da Lua cheia. Justamente, essas são as imagens mais comumente encontradas nos livros didáticos daqueles alunos. Na mesma linha de raciocínio, Trundle, Troland e Pritchard

(2008) afirmam que muitas crianças têm o primeiro contato com as fases da Lua através de figuras em livros de literatura, muitos deles de ficção, como é o caso dos paradidáticos. O estudo com dezenas destas obras mostrou uma série de inconsistências entre o que estava presente nos textos e as imagens ilustrativas. Isso pode ocorrer, segundo os mesmos autores, porque nem sempre o ilustrador das obras tem contato com o autor do texto. As consequências podem ser o reforço em explicações equivocadas por parte dos alunos.

Assim, cabe questionar: qual o grau de acurácia com que as fases da Lua são apresentadas nos livros? Ou ainda, de que forma o tema é apresentado neles?

Em que pese a qualidade dos livros didáticos, alguns cuidados precisam ser tomados, uma vez que há limitações ao se explorar o tema empregando esse recurso material. Eles são de diversas ordens, como problemas de representação em escala de distâncias e tamanhos dos astros envolvidos, falta de emprego de diferentes referenciais e impossibilidade de apresentação de um fenômeno tridimensional em uma plataforma bidimensional. A seguir, cada um desses cuidados será discutido.

Sobre as escalas, a atenção deve dar-se em relação às figuras representadas. Taylor e Grundstrom (2011) analisaram como Terra e Lua são ilustradas em livros didáticos, mas não só, também em materiais da internet, que podem ser outra fonte de consulta para estudantes e professores. Eles encontraram que em grande parte dos livros a Lua é cerca de 1,5 vezes maior se comparada à figura da Terra. A Lua também é representada maior do que proporcionalmente é em muitos materiais disponíveis na rede. A mesma distorção vale para distâncias: nos livros, a Lua é representada estando cerca de 23 vezes mais perto do que é, enquanto que nos materiais da rede, ela aparece aproximadamente 14 vezes mais próxima da Terra. Para os autores, essas representações acabam influenciando no ensino deste fenômeno.

O referencial adotado para representar as figuras nos livros deve ser um outro aspecto merecedor de cuidado. Segundo Lago (2013), as obras didáticas privilegiam representações das fases da Lua a partir do ponto de vista de um observador fora da Terra, sendo pouco comum encontrar ilustrações a partir de um observador na superfície de nosso planeta, ou seja, num referencial topocêntrico. Kavanagh, Agan e Sneider (2005) afirmam que é recorrente encontramos livros didáticos com imagens da Terra e Lua em que nosso planeta é visto por sobre o Polo Norte, e nosso satélite natural é representado em quatro posições distintas em seu ciclo. Paralelamente, costumam completar com fotos que mostram o aspecto da Lua quando visto da superfície da Terra nas respectivas posições. Esses esquemas requerem que o aluno se coloque simultaneamente num referencial externo e na superfície do nosso planeta para entenderem o fenômeno, o que é pouco intuitivo. E essa dificuldade acontece não só com crianças, mas até mesmo com adultos.

Por fim, um outro aspecto que precisa ser visto com cautela são as tentativas de explicar algo que é essencialmente tridimensional, mas empregando um recurso que é eminentemente bidimensional, que são as páginas do material impresso. Lago (2013) faz menção em sua dissertação a um estudo realizado por ele em cerca de 60 livros didáticos investigando como eles abordam as fases da Lua. Os dados indicaram que eles trazem sempre esquemas considerados problemáticos, segundo o mesmo autor. Para Dove (2002), há de se superar a baixa qualidade e os diagramas inadequados dos livros didáticos, uma vez que, para compreender as fases da Lua, é necessário um pensamento

tridimensional. O autor afirma que livros didáticos empregam figuras bidimensionais do sistema S-T-L que geram ambiguidades, principalmente quando os alunos são solicitados a mudarem de perspectiva.

Também ressalta-se, com base na pesquisa de Leite (2006), que não se consegue elaborar uma ideia tridimensional dos astros a partir de uma única imagem deles. Para isso, é necessário que se reconheça como se dá o movimento de tais astros, como é o caso da Lua, para que se possa compor uma imagem tridimensional deles. Todavia, segundo a autora, ao leitor acaba sendo deixada a tarefa de articular as imagens bidimensionais dos livros a objetos tridimensionais, o que está longe de ser algo simples.

Ressalta-se, aqui, que não se quer afirmar que toda obra apresenta limitações como as aqui apontadas, exceto pela representação bidimensional do material impresso, que é uma característica inerente ao recurso. O que se busca reforçar com essa discussão é a impossibilidade de cobrir o ensino do tema empregando somente os livros, tendo em vista tais características. Ainda que se figurem como um recurso amplamente distribuído às escolas do país, é preciso que o docente tenha ciência de tais limitações e cuidados.

3.1.4 Quanto interferem, na compreensão das fases da Lua, as noções de referencial, espacialidade e escala?

Pondera-se que a compreensão por parte do aprendiz acerca de como e quando acontecem as fases da Lua requer dele lidar simultaneamente com três elementos, os quais serão designados por *aspectos conceituais*, *estrutura* e *movimento*. Sobre o primeiro deles, é importante, por exemplo, que o estudante conheça o período de translação da Lua em torno da Terra, ou mesmo que o Sol é a fonte de luz e que a Lua não tem iluminação própria. Da *estrutura*, deve saber a maneira que está disposto o sistema S-T-L. Por fim, no que diz respeito ao *movimento*, necessita imaginar esse sistema de forma dinâmica. Perpassando esses três aspectos, acrescenta-se que o aprendiz deve conhecer a proporção de tamanhos e de distâncias entre os astros envolvidos (escala); necessita compreender que se trata de corpos tridimensionais, dispostos num espaço também tridimensional (espacialidade) e, por fim, precisa perceber que a fase como a Lua é vista depende de que local do referido sistema ela está sendo observada (referencial). Obviamente que juntar todos esses aspectos faz do tema um provável desafio a alunos e professores. Cada um desses elementos será discutido na sequência.

O primeiro aspecto é relativo à escala envolvida. Não se assume, aqui, que os aprendizes devam saber valores numéricos de distâncias entre os astros ou de seus diâmetros, mas que na quase ausência de uma ideia de quão distantes estão ou de que tamanho relativo possuem, podem surgir concepções distorcidas sobre como as fases da Lua acontecem. Afinal, se um astro possui dimensão puntiforme comparativamente a outro, é de se esperar que seja muito difícil que regiões claras ou escuras possam ser percebidas em sua superfície. Do modo oposto, se sua dimensão for superestimada, é plausível imaginar que aquele astro pode afetar a formação das fases porque, devido ao seu tamanho, tem grandes chances de ser um anteparo à luz solar, como é comum atribuir à Terra em relação à Lua.

Essas reflexões são reforçadas pelos dados obtidos por Bisch (1998), quando revelou que o modelo de universo explicitado por alunos e professores em seu estudo é marcado por um espaço mais qualitativo do que quantitativo; logo, noções de distância, tamanho e proporção são desconsideradas, e isso faz com que Sol, Terra e Lua sejam entendidos como astros muito próximos entre si e de dimensões semelhantes. Conforme destacado anteriormente, avalia-se que isso influencia diretamente nas relações entre eles. Logo, materiais didáticos ou mesmo os professores precisam estar atentos às escalas empregadas.

Outro aspecto referido foi a espacialidade, algo que nem sempre é de fácil visualização pelos aprendizes. O estudo de Fraknoi, Robbins e Smith (1978) citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), além de Leite (2006), mostram o quanto é desafiador para os alunos imaginarem as fases da Lua, mesmo que para isso eles tomem um ponto de vista externo ao planeta e empreguem algum modelo tridimensional. Na mesma corrente, o trabalho de Suzuki (2002) mostrou que estudantes dos anos iniciais revelam dificuldades em visualizar o modelo S-T-L em três dimensões.

Em certa medida, é até compreensível que os alunos não enxerguem tais astros em sua forma tridimensional, estando todos ‘presos’ à superfície da Terra. Isso fica reforçado pelos dados da pesquisa de Bisch (1998), na qual crianças entre 6 e 14 anos desenharam e construíram modelos da Terra, da Lua e do Sol. Entre as crianças mais jovens, mas também entre professores, há representações bidimensionais da Lua, como se ela fosse um disco, o que, segundo o autor, de fato acaba por corresponder ao que o sentido da visão nos indica. Isso acontece porque, devido à distância que o astro se encontra de nós, não conseguimos visualizá-lo como um corpo tridimensional. Da mesma forma que o Sol, no qual perdemos a noção de profundidade, a ideia de que tais astros são esféricos é algo conceitual, como destaca Bisch (1998), uma vez que não os percebemos assim.

Essa ideia também é discutida na pesquisa de Leite (2006), ou seja, os conhecimentos espaciais, os quais acabam por ser intuitivos ou naturais, tornam-se muito mais difíceis de serem aprendidos quando mudamos as distâncias e os tamanhos dos elementos envolvidos. O olho humano explora bem o espaço próximo, mas os dados tornam-se ambíguos e confusos quando trabalhamos com grandes distâncias. Assim, a autora destaca que “é imprescindível aprender a ver” (p.25), uma vez que, com base em Piaget, ela destaca que não nascemos com o conceito de espaço tridimensional, mas que é uma construção humana.

Possivelmente, esse é um dos aspectos que torna o tema fases da Lua um dos mais complexos de ensinar e difícil de aprender, como afirma Kriner (2004), pois entram em cena o domínio de aspectos espaciais, como frisa a autora. Além disso, se considerarmos o emprego somente de materiais didáticos como livros, a dificuldade pode aumentar. Para Leite (2006) e Kattner, Burrows e Slater (2018), a compreensão das fases da Lua passa pela mudança de um sistema referencial bidimensional com imagens estáticas, como aquelas presentes em muitos livros, para um sistema tridimensional e em movimento. Isso demanda dos alunos, segundo os últimos autores, “forte habilidade espacial” (p. 9).

Nessa linha de raciocínio, os estudos de Parker e Heywood (1998) e Pena e Quilez (2001) acreditam que a dificuldade na aprendizagem de temas relacionados à Lua deve-se à não familiaridade com óptica, geometria da luz e perspectiva, o que vai

na mesma direção do que aponta o documento estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993), citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), assim como o *American Association for the Advancement of Science* (AAAS, 1993), citado por Cheon et al. (2013).

Por fim, o terceiro aspecto destacado diz respeito ao referencial a partir do qual a Lua é observada. Via de regra, conforme apontado anteriormente, vemos esquemas explicativos sobre as fases que tomam um ponto de vista externo à Terra, representando os três astros envolvidos. No campo da Educação em Astronomia, poucos estudos focam em investigar aspectos relacionados à Lua com base na observação a partir da superfície da Terra (Cheon et al. 2013).

Obviamente que um local fora da Terra não é a perspectiva cotidiana do observador, o que, segundo Black (2004), citado por Kiroğlu, Türk e Erdoğan (2019), cria dificuldades na compreensão do fenômeno. Em contrapartida, o ponto de vista na superfície da Terra acaba sendo pouco valorizado, como destacam Simon (2016) e Gonçalves e Bretones (2020). Todavia, o referencial topocêntrico pode ser um ponto de partida para o trabalho com as fases da Lua, como mostraram Gonçalves e Bretones (2021) num trabalho com crianças dos anos iniciais, quando apontam que esse referencial pode trazer elementos para o desenvolvimento de explicações espaciais no decorrer da escolarização básica.

Para Black (2004), citado por Mulholland e Ginns (2008) e por Camino (1995), a compreensão das fases da Lua está entre os temas de mais difícil compreensão por se tratar de um fenômeno que envolve um corpo que está no espaço, mas que é visto de uma posição fixa na superfície da Terra, ou seja, a partir de um referencial topocêntrico. Superar esse desafio demandaria dos estudantes visualizar o fenômeno de referenciais distintos, como destacam Mulholland e Ginns (2008) e Suzuki (2003).

De modo geral, o que se avalia com base em tais resultados é que a compreensão das fases passa por articular, simultaneamente, aspectos como a mudança de referencial e perceber como isso afeta o resultado do que se observa, estando isso relacionado a um sistema em movimento e que guarda proporções entre os astros envolvidos.

3.2 – Eixo 2 - Orientações sobre como explorar o tema

3.2.1 Deve-se partir da observação direta do astro?

Sem sombra de dúvidas, estudantes estão diante de um fenômeno passível de ser observado e acompanhado de modo sistemático, o que propicia identificar padrões de repetição a respeito dele. Isso, inclusive, reforça uma das habilidades quando se ensina Astronomia, segundo Kattner, Burrows e Slater (2018), qual seja, acompanhar fenômenos que demoram tempo para se desenvolver.

Simon (2016) destaca que, apesar de a Lua ser acessível à observação, essa prática tem sido esquecida, ou como ressaltam Iachel, Langhi e Scalvi (2008), há uma falta de hábito de observação do céu pelos alunos. Isso poderia ser revertido ajustando o currículo para práticas de investigação centradas nos alunos, como enfatizam Lelliot e Rollnick (2009). Ou seja, há a defesa de que observar a Lua deveria ser uma ação

obrigatória antes de “medir” o céu e de introduzir modelos do sistema S-T-L, como se costuma fazer, segundo afirma Benacchio (2001).

Obviamente que essa observação do astro em um ambiente natural só é possível a partir do referencial em que estamos, ou seja, a superfície da Terra. Isso não só é uma condição, mas também pode trazer benefícios na aprendizagem do tema, desde que incentivada e acompanhada. Há um rol de estudos que mostram isso, como Schoon (1992), Jones, Lynch e Reesink (1987), Lago (2013), Lago, Ortega e Mattos (2018), Gonçalves e Bretones (2020), por exemplo.

Starakis e Halkia (2010) sugerem que haja a observação direta do céu, acompanhando o nascimento da Lua 50 minutos mais tarde a cada dia. Isso, segundo os autores, poderia ampliar a aquisição de conhecimento científico para os alunos e ajudá-los a entender que a Lua não está relacionada com o fenômeno do dia e da noite, como costumeiramente se acredita, uma vez que os aprendizes a encontrariam, fadidamente, também durante o dia.

Na mesma linha, Kavanagh, Agan e Sneider (2005) concluem que os resultados se mostram mais efetivos quando os estudantes são submetidos a situações nas quais eles são encorajados a fazer suas próprias observações e a usar modelos para descobrir explicações, mais do que se somente ficassem presos a livros didáticos com figuras e esquemas bidimensionais. Também Lago, Ortega e Mattos (2018) relatam resultados positivos na aprendizagem do modelo científico de luação a partir de uma atividade de observação e registros sistemáticos da Lua com alunos do nono ano do Ensino Fundamental. Não se pode deixar de ressaltar que esse tipo de prática pode ajudar no desenvolvimento de conteúdos de natureza procedimental (Pozo e Crespo, 2009), conforme apontado anteriormente.

A mesma orientação vale para professores em formação. Abell, George e Martini (2002), trabalhando com licenciandos, reforçam a necessidade da observação da Lua dia após dia, para que associem as fases com o que de fato acontece no cenário real. O estudo de Mulholland e Ginns (2008), também com professores em formação, mostrou ganhos na compreensão das fases da Lua quando eles implementaram atividades que envolviam a observação direta do astro, além do uso de modelos que simulam cenários tridimensionais.

Todavia, pondera-se que somente a observação não oferece a explicação científica a respeito de como ocorrem as fases. Darroz et al. (2013), num estudo com 80 sujeitos de diferentes faixas etárias e níveis de instrução, mostraram que apenas 15% conseguiram explicar o fenômeno das fases da Lua, ainda que metade deles tivesse o hábito de observar diariamente a Lua. Evidentemente, ainda que a observação seja uma aliada importante no processo de aprendizagem, para a compreensão do fenômeno entram em cena outros elementos, como aqueles associados à óptica e à geometria, por exemplo. Assim, entende-se, da mesma forma que Simon (2016), que ainda que se deva, sim, valorizar ou até mesmo começar o ensino do tema pela observação sistemática da Lua, é necessário que ela seja aliada a outros recursos, como modelos tridimensionais, por exemplo.

3.2.3 Que estratégias e materiais devem ser usados para ensinar as fases da Lua?

Por vezes, pode haver uma espécie de consenso de que para o ensino de determinados temas é necessário empregar modelos materiais, principalmente os que simulam situações tridimensionais. No caso da Astronomia, isso pode ser ainda mais enfatizado, considerando ser uma área na qual os estudantes não podem manipular diretamente parte de seu objeto de estudo, que são os astros. Logo, é quase intuitivo imaginar que podemos empregar uma bola de isopor para representar a Lua, assim como um globo para a Terra e uma fonte de luz para o Sol. De fato, avalia-se que esse pode ser um caminho tomado para ensinar certos assuntos, mas é preciso cuidado ao imaginarmos que esses recursos bastam por si sós. Corroborando essa afirmação, Benacchio (2001) destaca que alguns fenômenos astronômicos são tidos pelas escolas como óbvios ou autoexplicativos, como é o caso da Terra redonda. Logo, segundo ele, é preciso atenção ao julgarmos que bastaria usar um material, como um globo, por exemplo, para que os alunos entendessem a respeito da forma do nosso planeta. Avalia-se que a mesma associação ingênua possa se dar em relação às fases da Lua.

Todavia, apontam-se vantagens que o emprego de estratégias e de modelos tridimensionais podem trazer ao ensino das fases da Lua, em especial no que se refere a dois aspectos centrais: a formação de sombras e a mudança de referencial. Destaca-se, ainda, que o emprego de modelos pode fazer com que esses dois aspectos sejam perpassados por um terceiro, que é a espacialidade, já comentado anteriormente.

No que se refere à formação das sombras, o documento estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993), citado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), ressalta que a dificuldade dos alunos em entenderem as fases da Lua está menos associada à familiaridade deles com o fenômeno em si e mais relacionada à falta de compreensão de aspectos acerca da geometria da luz e da visão. Logo, considera-se que inicialmente esse seja o foco de atuação do docente, ou seja, explorar aspectos relativos à formação das sombras, até mesmo pela forte presença do “modelo de eclipse”, conforme discutido anteriormente. Mulholland e Ginns (2008) reforçam essa afirmação quando apontam que trabalhar a formação de sombras no contexto das fases da Lua revelou ganhos na aprendizagem dos alunos no sentido de sair do modelo chamado por eles de “explicações eclípticas”.

Seguindo essa linha de raciocínio, traz-se como hipótese que os eclipses poderiam ser um tema explorado antes das fases da Lua, até mesmo pelo seu potencial como agente mobilizador para atividades de ensino, como mostra Langhi (2009). Também, porque eles estão associados à projeção de sombras de um astro sobre outro, o que não ocorre com o processo de formação das sombras no caso das fases lunares. Essa distinção é que precisa ser compreendida pelos alunos e, nesse sentido, especula-se que trabalhar com modelos tridimensionais possa trazer algum ganho no ensino dessa diferença.

Portanto, se o professor usa um objeto tridimensional e extenso em um local onde há uma fonte de luz especificamente localizada, e dependendo de onde esse objeto for posicionado, é possível perceber que partes dele podem não ser iluminadas e isso não ocorre devido à obstrução da luz por algum outro objeto, mas se dá em função da própria forma do corpo ou de sua posição em relação à fonte, que é o mesmo que ocorre

com as fases da Lua. Nessa mesma situação hipotética, pode-se deliberadamente fazer com que uma porção desse corpo fique escurecida obstruindo a luz emitida pela fonte com algum outro objeto e, nesse caso, teremos o mecanismo de eclipse, por exemplo.

Ainda a respeito do trabalho com sombras, há um outro aspecto importante a se considerar, e que se calcula poder ser explorado por meio de recursos materiais. Trata-se de como a luz se propaga. Conforme discute Lago (2013), quando um objeto está em um ambiente iluminado ou até mesmo pouco iluminado, ele é visto por inteiro devido à reflexão difusa da luz, ou seja, ela vem de uma fonte, incide nas superfícies do ambiente e reflete em todas as direções, iluminando o objeto. Todavia, quando pensamos no caso da Lua e do Sol, a luz vem especificamente de uma única direção, que é onde se encontra o Sol, e não há reflexão difusa; isso faz com que a Lua não seja completamente iluminada, como costumamos perceber no exemplo do objeto. Esse é outro aspecto que pode ser explorado com uso de modelos tridimensionais e de ambientes onde a posição da fonte de luz pode ser controlada.

Refletindo sobre essas questões, considera-se que o ensino das fases da Lua apresenta vantagens e desvantagens, ou seja, se por um lado os alunos têm fácil acesso à localização do nosso satélite natural, por outro, eles a enxergam como um objeto extenso, diferentemente dos demais astros, que vemos como pontos e, portanto, sem dimensão. Isso faz com que eles percebam sombras e formas em sua superfície, o que acarreta maior complexidade em explicar os mecanismos pelos quais estas sombras são geradas.

Outro aspecto ressaltado inicialmente é sobre o emprego de recursos no trabalho com a mudança de referencial do observador. O nosso referencial natural é aquele na superfície da Terra, o topocêntrico, mas dispondo de meios, dentre eles, programas computacionais de simulação (Lelliot & Rollnick, 2009), é possível nos imaginar em outros locais do espaço para buscarmos entender o fenômeno, como em um ponto de vista externo ao sistema S-T-L, por exemplo.

A mudança de referencial do observador também pode ser feita empregando bolas que representam os astros, desde que se atente quanto a escalas, por exemplo, como alertam Lelliot e Rollnick (2009). Outro cuidado é indicado por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), principalmente se for o professor quem toma uma bola e a ilumina com alguma fonte de luz. O que acontece nessa situação é que o ponto de vista de cada estudante será diferente daquele do docente, e cada um perceberá uma porção diferente da bola sendo iluminada.

Independentemente do recurso e da estratégia, eles podem colocar o aprendiz numa posição externa ao sistema S-T-L, o que, segundo Kriner (2004), auxilia o estudante na compreensão de como ocorrem as fases. É possível até mesmo propor modelos tridimensionais para simulá-las, como o proposto por Saraiva et al. (2007). A ideia dos autores é a construção de uma caixa escura e dentro dela uma esfera representando a Lua. A caixa tem um orifício que recebe luz de uma lanterna e os demais orifícios são por onde os estudantes observam os aspectos que a esfera vai assumindo, a depender da posição do observador. É um recurso que recupera o ponto de vista do observador terrestre.

Isso revela que os modelos tridimensionais podem agir como ferramentas que auxiliam os aprendizes a variarem o ponto de vista, percebendo o fenômeno tal qual

visto da Terra e, simultaneamente, enxergá-lo de fora dela, o que pode propiciar uma compreensão mais ampla de como ele ocorre.

Tanto os recursos que propiciam a exploração das sombras quanto aqueles em que o referencial pode ser modificado devem estar aliados à representação tridimensional do fenômeno, ideia essa reforçada pelo estudo australiano de Jones, Lynch e Reesink (1987). Bisch (1998) também aponta a necessidade de trabalharmos atividades envolvendo modelos tridimensionais, nos quais os alunos possam perceber noções de profundidade e que a aparência do objeto muda quando sua posição varia. Ou seja, deve propiciar o desenvolvimento das habilidades indicadas por Kattner, Burrows e Slater (2018), qual sejam, sair de um sistema bidimensional e estático e atingir o tridimensional e dinâmico.

Segundo Subramaniam e Padalkar (2009), para resolver problemas relacionados às fases da Lua é necessário empregar esquemas que possuam algumas características, como o reconhecimento de propriedades como forma, tamanho, posição e movimento dos corpos. Requer processos mentais que envolvem rotação mental, mudança de perspectiva e outras transformações que podem envolver o trabalho com analogias. Nesse cenário, os recursos materiais podem ser ferramentas úteis.

Isso é essencial no caso do estudo das fases da Lua, conforme apontam Kiroğlu, Türk e Erdoğan (2019), que destacam se tratar de um assunto que requer a habilidade de pensar em três dimensões e fora do planeta, mudando o sistema de referência. Para os autores, os professores devem se valer de materiais, mesmo os que podem ser facilmente encontrados para trabalhar desta maneira.

Lago (2013) conclui que, apesar de o entendimento das fases da Lua requerer habilidades de visualização de uma situação em três dimensões e de orientação espacial, para ele um dos dificultadores está na forma como lidamos no mundo atual, ou “nas práticas sociais da sociedade moderna” (p. 135), que são mediadas por artefatos culturais, e que não desenvolvem, portanto, competências que levam à compreensão do fenômeno lunar. Logo, como enfatizado anteriormente, diagramas de livros devem ser evitados, até mesmo porque, com eles não se consegue desenvolver a tridimensionalidade, algo necessário para entender como se comportam as órbitas lunares e terrestres.

Em que pese a conclusão de Callison e Wright (1993), de que o uso de modelos físicos quando ensinamos fases da Lua pode melhorar consideravelmente o ensino, é preciso atentarmos para alguns aspectos. O primeiro deles é não acreditarmos que eles, por si, garantem a aprendizagem. Mesmo empregando modelos físicos do sistema S-T-L, Subramaniam e Padalkar (2009) mostraram que os participantes do estudo nem sempre conseguiram avançar para concepções científicas sobre as fases da Lua, mesmo depois de identificarem o mecanismo correto que as causa. Para que a explicação correta ocorra, não basta ter o modelo e compreendê-lo, é preciso, segundo os autores, que haja a mudança de referencial para o ponto de vista terrestre, conforme já apontado. Além disso, é preciso compreender como ocorrem efeitos de luz e sombra em um corpo tridimensional, como é a Lua, como também já destacado.

Por fim, um outro aspecto ao se considerar o emprego de modelos tridimensionais é a comparação dos resultados que eles oferecem com o cenário real, ou seja, aquele que é percebido quando se observa a Lua real, como desenvolvido no estudo de Meyer, Mon e Hibbard (2011). Nessa direção, Rider (2002) afirma que é

importante que sejam desenvolvidos diferentes tipos de atividades para que permita aos alunos comparar o que percebem com os conceitos estudados.

3.2.1 Que importância têm as escalas de dimensão e de distância entre os astros?

Quando se empregam modelos materiais, simulações, figuras ou mesmo representações computacionais, é preciso cuidar das escalas envolvidas. Kattner, Burrows e Slater (2018) destacam que a compreensão de distâncias e dos tamanhos dos astros é uma das habilidades a ser desenvolvida no ensino de Astronomia. Para Lelliot e Rollnick (2009), concentrar-se no trabalho com distâncias e tamanhos da Terra, do Sol e da Lua é um dos pilares para ensino de conceitos científicos relacionados a esta última.

A falta de uma noção, mesmo que aproximada, das distâncias e dos tamanhos dos astros pode ser fonte de ideias distorcidas acerca de como ocorrem as fases, como afirma Fanetti (2001), citado por Slater (2008). Bisch (1998) aponta que quando professores participantes de sua pesquisa representam a Terra e Lua muito próximas entre si, acabam por construir modelos alternativos para explicar as fases da Lua baseados na projeção de sombra sobre a Lua. Nesse sentido, comunga-se com os resultados da pesquisa de Lago (2013) acerca da importância de levar em consideração a escala dos astros, pois se o aluno as tiver em mente ou visualizá-las, terá maior clareza em perceber que dificilmente é a sombra da Terra que gera a parte escura na Lua. Do mesmo modo, poderá notar que, quando isso ocorre, no caso de eclipses, é algo raro e breve.

Ainda que livros didáticos possam ser uma das fontes mais comum de acesso ao tema das fases da Lua, Taylor e Grundstrom (2011) sugerem que eles procurem trazer representações em escala do sistema S-T-L, empregando algumas medidas que poderiam caber na maior parte desses materiais impressos, considerando as dimensões médias de suas páginas. Por exemplo, como a Terra tem aproximadamente quatro vezes o diâmetro da Lua e a distância entre os dois astros equivale a cerca de 30 diâmetros terrestres, usando essa escala, os materiais didáticos poderiam representar a Terra com 3,2 milímetros de diâmetro, a Lua com 0,8 milímetro e a distância entre elas de 165 milímetros, o que é possivelmente adaptável ao tamanho das páginas da maior parte dos livros.

3.2.4 O tema pode ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária?

Para discutir sobre tal aspecto, recorre-se à representação do mundo na criança, de Piaget (2005). Para ele, é notório que elaboramos diversas formas de explicar o mundo natural, as quais guardam forte relação com a idade do aprendiz e que vão mudando de forma gradual, passando por estágios. Isso não é diferente no caso de explicações sobre os astros, que o epistemólogo também se dedicou a investigar, assim como, especificamente, sobre os “quartos da Lua”, como ele designou as fases.

Para Piaget (2005), as crianças passam por três estágios relativamente nítidos ao explicarem sobre a origem dos astros e as fases da Lua. Ele os denominou de ‘artificialismo integral’, ‘artificialismo mitigado’ e ‘explicação natural’. Tais estágios ocorrem nesta ordem e se sucedem em função da idade da criança. O ‘artificialismo integral’ é o primeiro que se manifesta. Para crianças nessa etapa, com idade média de

6-7 anos, os astros são criados fruto da ação humana ou divina. Logo, são encontradas ideias de que a Lua é acesa pelo homem, ou que cada quarto é criado pelos humanos a cada Lua nova, como se o astro fosse recortado intencionalmente. O autor encontrou também concepções animistas, ou seja, que atribuem vida a ele, quando explicam que nosso satélite natural nos acompanha e sabe o que estamos fazendo. Ainda nesse cenário, as crianças podem explicar que a Lua cresce porque nós, que somos vivos, também crescemos.

No segundo estágio, o ‘artificialismo mitigado’, os astros passam a ter uma origem no meio natural, além do artificial. Crianças neste estágio, com idade média de 8-9 anos, explicam a origem a partir de um processo artificial e ao mesmo tempo natural. Logo, os astros podem ter surgido de nuvens, que têm sua origem na fumaça que sai de chaminés e na queima feita pelo homem. De fato, segundo Piaget (2005), muitas crianças quando veem a Lua durante o dia identificam manchas escuras nela que se assemelham a nuvens, e quando notam apenas meia-lua, reforçam a ideia de que ela está se formando naquele momento.

Por volta dos 10-11 anos, em média, as crianças ingressam no terceiro estágio, que é quando o artificialismo perde força e a atividade de dar origem aos astros é retirada do homem e atribuída à natureza. Há em enfraquecimento de explicações animistas, com ganho daquelas de cunho natural. Nessa etapa, a Lua é ‘recortada’ por ela própria, ou até mesmo pela ação do vento ou de nuvens. O autor ainda encontrou explicações de que é o movimento em torno do eixo da Lua que dá a ilusão de ela estar parcialmente dividida. Aparecem, nesse momento, explicações inicialmente mais dinâmicas e depois cada vez mais mecânicas.

Vale ressaltar que as idades não são fixas, como padrões, podendo encontrar crianças mais jovens que empregam um artificialismo menos radical do que crianças mais velhas, porém que revelam traços de artificialismo mais integral (Freitas, 2020).

Com base nessas ideias, julga-se que não é possível que alunos de qualquer faixa etária, principalmente os mais jovens, possam compreender como ocorrem as fases da Lua tal qual a Astronomia as explica atualmente, ou seja, por um processo acarretado pelos movimentos relativos de Terra e Lua, iluminadas pelo Sol. Isso parece ser conseguido com crianças que começam a manifestar explicações de cunho natural para a Lua e seus movimentos, encontrado no terceiro estágio. Obviamente, não se quer afirmar com isso que nada possa ser explorado em relação à Lua com crianças desde os primeiros momentos da escolarização básica, incluindo a Educação Infantil, mas sim, que é preciso ter clareza das finalidades do que se quer e do alcance que se pode ter no ensino das fases da Lua com as crianças menores, quando se leva em consideração as ideias anteriormente descritas.

Algumas pesquisas e documentos arriscam-se a indicar idades consideradas mais adequadas ao trabalho com o tema. Essas inferências são oriundas de experiências no trabalho com o assunto com crianças de distintas faixas etárias. Por exemplo, o estudo australiano de Jones, Lynch e Reesink (1987) indica que estudantes do terceiro ano⁵ conseguiram poucos avanços no trabalho com o tema, sugerindo que este conceito deva ser desenvolvido mais satisfatoriamente com alunos do quinto ou sexto anos⁶,

⁵ *Third grade.*

⁶ *Five or six grade.*

faixa etária também indicada pelo estudo de Kavanagh, Agan e Sneider (2005). Na mesma linha de raciocínio, Stahly, Krockover e Shepardson (1999) não recomendam trabalhar fases da Lua com crianças entre 8 e 9 anos de idade devido à ‘complexidade do tema’ para essa faixa etária.

No que se refere a documentos oficiais, o estadunidense *Benchmarks for Science Literacy* (1993) e o *National Science Educational Standards* (1996), ambos citados por Kavanagh, Agan e Sneider (2005), recomendam que os alunos do Ensino Fundamental⁷ possam já ter contato com os ciclos lunares, mas suas explicações em termos de modelos mentais devem aguardar até o Ensino Médio⁸.

No contexto brasileiro, a BNCC (Brasil, 2018) traz o assunto na unidade temática “Terra e Universo”, presente tanto no Ensino Fundamental quanto no Ensino Médio. A primeira vez que o documento solicita algo relativo à Lua é no 3º e 4º anos do Ensino Fundamental, requerendo dos estudantes atividades de observação, sem ainda explorar diretamente as fases. Isso passa a ser explicitamente sistematizado no 5º ano e, de fato, o mecanismo de formação das fases envolvendo o sistema S-T-L deve ser compreendido no 8º ano. O assunto ainda aparece no componente curricular Matemática no Ensino Médio, mas relacionado à solução de problemas envolvendo periodicidade de movimentos.

Em síntese, se retomarmos as orientações com base na forma como os aprendizes vão gradativamente se apropriando da representação dos astros, nos dados das pesquisas previamente citadas e na organização dos documentos oficiais, há uma sintonia na orientação de que o tema não deve ser ensinado a estudantes de qualquer faixa etária. Ainda que o contato inicial com a observação da Lua possa ser algo estimulado, o estudo de como se comporta o sistema S-T-L e como ele produz as fases é algo recomendável sistematicamente para estudantes por volta dos 12 anos de idade, em média. No caso brasileiro, essa sistematização pode ter início por volta dos 13-14 anos, aproximadamente, quando geralmente os alunos frequentam o 8º ano do Ensino Fundamental.

4 Considerações finais

Com base na presente revisão de literatura, é possível perceber os desafios da compreensão a respeito de como ocorrem as fases da Lua. O foco norteador do estudo foi trazer luz acerca de por que, apesar da disponibilidade de observação do fenômeno das fases da Lua, a compreensão de como ele ocorre se revela complexa, não só por alunos da Educação Básica e Superior, mas também por professores em formação e em serviço. Somado a esse questionamento central, investigou-se em quais os aspectos, especificamente, essa espécie de dificuldade se revela, além de indicar cuidados e orientações que podem ajudar a explorar esse tema na formação de estudantes e também de professores.

No que se refere a eventuais dificuldades para entender como ocorrem as fases da Lua, a revisão de literatura desnudou a suposta contradição entre disponibilidade de observação e a dificuldade de compreensão. Verificou-se que mesmo tratando-se de um

⁷ *Elementary school.*

⁸ *High school.*

astro presente na vida das pessoas, a observação direta dele por si só não mostrou trazer evidentes vantagens para a compreensão de como ocorrem as fases. Pelo contrário, se a observação não estiver articulada a outros aspectos, o entendimento do tema pode tornar-se ainda de mais difícil compreensão. Isso, porque as fases da Lua são resultado de uma dinâmica que ocorre muito distante da Terra, mas interpretamos seus resultados com base em eventos que acontecem perto de nós.

Essa interpretação se mostra presente, por exemplo, nas sombras com as quais lidamos cotidianamente, e que, de modo incorreto, as associamos com partes da Lua sem iluminação direta. Também se mostra presente quando lidamos com objetos tridimensionais em nosso dia a dia, mas que não é igual ao modo como percebemos a Lua, uma vez que devido à distância acaba sendo aparentemente bidimensional. Por fim, também se mostra presente quando percebemos as relações que os objetos do cotidiano possuem em função das suas dimensões e das distâncias em que se encontram entre si, mas que é distorcida quando a distância real dos astros nos faz perder esses parâmetros e julgamos que Terra, Sol e Lua possuem quase o mesmo tamanho e estão próximos entre si. Em linhas gerais, conclui-se que, mesmo quando essas relações entre causa e efeito são levadas para escalas muito grande de distâncias e tamanhos e com objetos muito distantes de nós, como é o caso na Astronomia, o que se percebe é que elas ainda são interpretadas à luz dos parâmetros daquilo que ocorre em nosso cotidiano. Essa é uma característica que pode tornar o tema de difícil compreensão, em especial no caso das fases da Lua, por requerer que várias destas características ajam em conjunto.

Associados a esses aspectos, há outros que também não contribuem para tornar a aprendizagem do tema mais acessível. Pondera-se que são de outra natureza daqueles apontados no parágrafo anterior, mas que não deixam de interferir, ainda que possam valer para o ensino e aprendizagem de outros temas de Astronomia que não só as fases da Lua. Destaca-se a limitação dos livros didáticos, novamente, em especial pela espacialidade do tema, o que demanda complementar com outras estratégias para abordar o assunto. Além desse aspecto, há também a própria ausência de uma prática de observação do entorno, que perpassa outras áreas do conhecimento e que podem estar associadas a um estilo de vida da atualidade. Assim, de nada adianta a Lua estar disponível, se uma prática sistematizada de observação não for incentivada ou mesmo valorizada.

Quanto às orientações acerca de como abordar o ensino das fases da Lua, julga-se que há uma tríade de elementos a ser considerada, e que agem de forma articulada: modelos tridimensionais, escalas e observação. Os referidos modelos podem dar a possibilidade de explorar a formação de sombras, de analisar o fenômeno ‘de fora’ da Terra, e de colocar a representação do sistema S-T-L em movimento na velocidade em que se deseja. Essas possibilidades propiciam um modo de enxergar e agir sobre as fases que é impossível no cenário real. Todavia, esses materiais e possibilidades de uso só devem ser validados se forem planejados em função de escalas coerentes de volume e distâncias, caso contrário, em vez de ajudarem na aprendizagem, podem reforçar interpretações incorretas. Por fim, o terceiro elemento da tríade, a observação, funciona como uma espécie de moderador dos dois anteriores, na medida em que os resultados obtidos com eles podem ser postos à prova ou analisados à luz da observação real da Lua, algo a ser incentivado. Todavia, ainda que a observação possa se dar para alunos

de qualquer faixa etária, deve-se considerar a maturidade cognitiva do estudante, caso o que se deseja é a compreensão da dinâmica envolvendo o sistema S-T-L.

Esta tríade de elementos pode ter como fio condutor práticas de ensino que privilegiem processos investigativos por parte dos alunos, conforme os discutidos por Pozo e Crespo (2009), os quais podem ser desencadeados por problemas abertos, levantamento de hipóteses, coleta e divulgação de resultados. Nesse sentido, a natureza dos procedimentos acerca de como aprender as fases da Lua também passam a ser conteúdos de aprendizagem.

Em suma, este estudo bibliográfico aglutinou e relacionou elementos em torno de dificuldades acerca da aprendizagem das fases da Lua, mas também ofereceu possibilidades sobre como serem trabalhadas. Os resultados revelaram que se trata de um desafio que articula uma série de fatores, mas que deve ser enfrentado, não só pelo significado cultural que a Lua e suas fases têm para os humanos, mas por ser uma porta que se abre para uma série de outros assuntos que requerem, da mesma maneira, a observação sistemática e o emprego de modelos tridimensionais, em escala e dinâmicos.

Agradecimentos

Agradeço aos pareceristas a leitura atenta e as sugestões de melhorias no texto.

Referências

- Abell, S., George, M., & Martini, M. (2002). The Moon investigation: instructional strategies for elementary science methods. *Journal of Science Teacher Education*, 13(2), 85-100.
- Baxter, J. (1989). Children's understanding of familiar astronomical events. *International Journal of Science Education*, 11, número especial, 502-513.
- Benacchio, L. (2001). The importance of the moon in teaching astronomy at primary school. *Earth, Moon and Planets*, 85-86: 51-60.
- Bennett, J., et al. (2012). *The essencial cosmic perspective* (6a ed.). San Francisco, California: Pearson Addison-Wesley.
- Bisch, S. M. (1998). *Astronomia no 1º grau: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Brasil. Ministério da Educação. (1997). *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental*. Brasília, MEC/SEF.
- Brasil. Ministério da Educação. (2018). *Base Nacional Comum Curricular*. Brasília.
- Bueno, A., Iessi, I. L., & Damasceno, D. C. (2010) Influência do ciclo lunar no parto: mito ou constatação científica? *Revista Brasileira de Enfermagem*, 63(3), 477-9.

Callison, P., & Wright, E. (1993). The effect of teaching strategies using models on preservice elementary teachers' conceptions about Earth-Moon-Sun relationship. *ERIC Document*, ED 360 171.

Camino, N. (1995). Ideas previas y cambio conceptual em 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*, 13(1), 81-96.

Camino, N., & Paolantonio, S. (2017). Eclipses de cuando éramos chicos: recuerdos vivencialmente significativos de eclipses de sol. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 24, 69-101.

Caux, C. (2018). A Lua e o outro lado da Terra: menstruação, concepção e gestação entre as Araweté. *Mana: Estudos de Antropologia Social*, 24(2), 9-36.

Cheon, J., et al. (2013). The determination of children's knowledge of global lunar patterns from online essays using text mining analysis. *Research in Science Education*, 43, 667-686.

Darroz, L. M., et al. (2013). As fases da Lua e os acontecimentos terrestres: a crença de diferentes níveis de instrução. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 16, 73-85.

Djanette, B., & Fouad, C. (2014). Determination of university students' misconceptions about light using concept maps. *Procedia: Social and Behavioral Sciences*, 152, 582-589.

Domaschens, R., Collett, S., & Wells, C. (2010). *Shadows. Science and Technology Education*, 7989, Semester 1.

Dove, J. (2002). Does the man in the moon ever sleep? Analysis of student answers about simple astronomical events: a case study. *International Journal of Science Education*, 24.

Freitas, S. F. (2020). *Animismo e Artificialismo: uma análise a partir do Modelo do Sistema de Esquemas de Ações e Operações sobre Símbolos e Signos*. (Dissertação – Mestrado em Filosofia). Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Filosofia e Ciências, Marília.

Galili, I., & Hazan, A. (2000). Learner's knowledge in optics: interpretation, structure and analysis. *International Journal of science education*, 22, 57-88.

Gonçalves, M. E. R., & Carvalho, A. M. P. (1995). As atividades de conhecimento físico: um exemplo relativo à sombra. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 21(1), 7-16.

Gonçalves, P. C. S., & Bretones, P. S. (2020). Um panorama de pesquisas do campo da educação sobre a Lua e suas fases. *Ciência e Educação*, 26, 1-23.

Gonçalves, P. C. S., & Bretones, P. S. (2021). O ensino sobre a Lua e suas fases: uma proposta observacional para os Anos Iniciais do Ensino Fundamental. *Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências*, 23, e29316.

Hermann, R., & Lewis, B. F. (2003). Moon misconceptions. *The Science Teacher*, 11, 51-55.

Iachel, G., Langhi, R., & Scalvi, R. M. F. (2008). Concepções alternativas de alunos do Ensino Médio sobre o fenômeno de formação das fases da Lua. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 5, 25-37.

Jones, B., Lynch, P., & Reesink, C. (1987). Children's conceptions of the Earth, Sun, and Moon. *International Journal of Science Education*, 9, 43.

Kattner, S. A., Burrows, A. C., & Slater, T. F. (2018). Relationship between students' spatial ability and effectiveness of two different eclipse teaching pedagogies. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 26, 7-33.

Kavanagh, C., Agan, L., & Sneider, C. (2005). Learning about phases of the Moon and Eclipses: a guide for teachers and curriculum developers. *Astronomy Education Review*, 4(1).

Kiroğlu, K., Türk, C., & Erdoğan, I. (2019). Which one is more effective in teaching the phases of the moon and eclipses: hands-on or computer simulation?. *Research in Science Education*, 51.

Kitzberger, D. O., Bartelmebs, R. C., & Rosa, V. (2019). As diferentes concepções sobre as fases da Lua de alunos dos oitavos anos do ensino fundamental de uma escola pública. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 28, 67-93.

Kriner, A. (2004). Las fases de la luna, ¿Cómo y cuándo enseñarlas?. *Ciência e Educação*, 10(1), 111-120.

Lago, L. G. (2013). *Lua: fases e facetas de um conceito*. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.

Lago, L., Ortega, J. L., & Mattos, C. (2018). A Lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de Astronomia. *Revista Ensaio*, 20.

Langhi, R. (2009). Educação em Astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 7, 15-30.

Langhi, R., & Nardi, R. (2010). Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. *Revista Ensaio*, 12(2), 205-224.

- Leite, C. (2006). *Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade*. Tese de Doutorado. São Paulo: Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- Lelliott, A., & Rollnick, M. (2009). Big ideas: a review of astronomy education research (1974-2008). *International Journal of Science Education*, 1771-1799.
- Longhini, M. D., & Mora, I. M. (2010). Uma investigação sobre o conhecimento de Astronomia de professores em serviço e em formação. In Longhini, M. D. (org.) *Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica*. (pp. 87-116). Campinas, SP: Átomo.
- Machado, D. I., & Santos, C. O. (2011). O entendimento de conceitos de Astronomia por alunos da educação básica: o caso de uma escola pública brasileira. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 11, 7-29.
- Meyer, A. O., Mon, M. J., & Hibbard, S. T. (2011). The Lunar Phases Project: a mental model-based observational project for undergraduate nonscience majors. *Astronomy Education Review*, 10(1).
- Mulholland, J., & Ginns, I. (2008). College MOON Project Australia: preservice teachers learning about the moon's phases. *Research in Science Education*, 38, 385-399.
- Ogan-Bekiroglu, F. (2007). Effects of model-based teaching on pre-service physics teachers' conceptions of the moon, moon phases, and other lunar phenomena. *International Journal of Science Education*, 29(5), 555-593.
- Parker, J., & Reywood, D. (1998). The earth and beyond: developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. *International Journal of Science Education*, 20(5), 503-520.
- Pasachoff, J. M. (2002). What should college students learn? Phases and seasons? Is Less More or is Less Less?. *Astronomy Education Review*, 1(1).
- Pena, B. M., & Quilez, M. J. G. (2001). The importance of images in astronomy education. *International Journal of Science Education*, 23(11), 1125-1135.
- Piaget, J. (2005). *A representação do mundo na criança*. São Paulo: Ideias & Letras.
- Plummer, J. (2009). Early elementary students' development of astronomy concepts in the planetarium. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(1), 192-209.
- Pozo J. I., & Crespo, M. A. G. (2009). *A aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. Porto Alegre: Artmed.
- Rider, S. (2002). Perceptions about moon phases. *Science scope*, 26, 48.
- Saraiva, M. F. O., et al. (2007). As fases da Lua numa caixa de papelão. *Revista Latino-americana de Educação em Astronomia – RELEA*, 4, 9-26.

Saraiva, M. F. O., Silveira, F. L., & Steffani, M. H. (2011). Concepções de estudantes universitários sobre as fases da lua. *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia*, 11, 63–80.

Schoon, K. (1992). Students' alternative conceptions of Earth and space. *Journal of Geological Education*, 40, 209.

Schoon, K. (1995). The origin and extent of alternative conceptions in the Earth and space sciences: a survey of pre-service elementary teachers. *Journal of elementary science education*, 20, 503.

Silveira, F. L. (2003). Marés, fases principais da Lua e bebês. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 20(1), 10-29.

Simon, P. C. S. G. (2016). *Ensino de Astronomia para os anos iniciais: uma proposta a partir da observação da Lua*. Dissertação Programa de Pós-graduação profissional em Educação. Universidade Federal de São Carlos.

Slater, T. F. (2008). A contemporary approach to teaching eclipses. In *African Cultural Astronomy*. (pp. 95-107). Springer Netherlands.

Stahly, L., Krockover, G., & Shepardson, D. (1999). Third grade students' ideas about lunar phases. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(2), 159-177.

Starakis, J., & Halkia, K. (2010). Primary school students' ideas concerning the apparent movement of the moon. *Astronomy Education Review*, 9(1).

Subramaniam, K., & Padalkar, S. (2009). Visualisation and reasing in explaining the phases of the moon. *International Journal of Science Education*, 31(3), 395-471.

Suzuki, M. (2002). Conversations about the Moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87, 892.

Suzuki, M. (2003). Conversations about the moon with prospective teachers in Japan. *Science Education*, 87, 892-910.

Taylor, R. S., & Grundstrom, E. D. (2011). Diagrammatic representational constraints of spatial scale in Earth-Moon system astronomy instruction. *Astronomy Education Review*, 10.

Trundle, K. C., & et al. (2010). The effect of guided inquiry-based instruction on middle school students' understanding of lunar concepts. *Research in Science Education*, 40, 451-478.

Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2006). Preservice elementary teachers' knowledge of observable moon phases and pattern of change in phases. *Journal of Science Teacher Education*, 17(2), 87-101.

- Trundle, K. C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2007). A longitudinal study of conceptual change: preservice elementary teachers' conceptions of moon phases. *Journal of research in science teaching*, 44(2), 303-326.
- Trundle, K. C., Troland, T. H., & Pritchard, T. G. (2008). Representations of the moon in children's literature: an analysis of written and visual text. *Journal of Elementary Science Education*, 20(1), 17-28.
- Trundle, K.C., Atwood, R. K., & Christopher, J. E. (2002). Preservice elementary teachers' conceptions of moon phases before and after instruction. *Journal of Research in Science Teaching*, 39, 633-658.
- Venville, G. J., Louisell, R. D., & Wilhekm, J. A. (2012). Young children's knowledge about the moon: a complex dynamic system. *Research in Science Education*, 42(4), 729-752.
- Vosniadou, S., & Brewer, W. F. (1994). Mental Models of the day/night cycle. *Cognitive science*, 18, 123-183.
- Wilhelm, J. A. (2014). Young children do not hold the classic Earth's shadow misconception to explain lunar phases. *School Science and Mathematics*, 114(7), 349-363.

Artigo recebido em 15/10/2021.

Aceito em 01/02/2022.



RESENHA

Horvath, J. E. (2019). As estrelas na sala de aula: uma abordagem para o ensino da Astronomia estelar. São Paulo: Livraria da Física.

Rodolfo Valentim¹

A demanda por livros didáticos para Ensino de Astronomia tem crescido nos últimos anos, em grande parte pela necessidade da inclusão de conteúdos de Astronomia no Ensino Fundamental e Médio. O desafio de escrever livros que abordem tópicos de Astronomia acessíveis aos alunos desses níveis é imenso, e requer um profundo conhecimento do tema, dos conteúdos ministrados em sala de aula e da capacidade de conexão entre aspectos técnicos, conceituais e didáticos.

O livro “As estrelas na sala de aula” de autoria do professor Jorge E. Horvath se propõe a tal tarefa hercúlea. A obra apresenta uma introdução com uma pergunta: “por que ensinar a Astronomia das estrelas?”. Neste prefácio, o autor sugere que o século XXI é o século da Astrofísica, por conta das importantes descobertas feitas até o momento. Horvath questiona se o conhecimento de Física Moderna (basicamente Mecânica Quântica e Relatividade) não deveria ser ensinado no âmbito do Ensino Médio para atualizar os estudantes acerca do estágio atual da Física. Um argumento defendido pelo autor e favorável ao ensino de Astrofísica Estelar é que, além de atrair imensa curiosidade dos estudantes, há imensa interface com as disciplinas de Física, Química, História, Geografia e Matemática do Ensino Médio.

No capítulo 1, há uma contextualização histórica de Astronomia em diversas épocas e civilizações. O livro explora o interesse humano pelo céu e seus entes segundo os diferentes povos no decorrer das eras. O interesse da humanidade pelo céu surgiu com a necessidade de compreensão das estações do ano e dos ciclos lunares, criando condições para a constituição de calendários. Posteriormente, o desenvolvimento da Astronomia como uma área do conhecimento emergiu também de trabalhos de astrônomos gregos, de Giordano Bruno, de Galileu, de Newton e de outros. Este capítulo permite uma boa conexão entre a História e personagens históricos nos diferentes contextos em que as pesquisas foram realizadas.

No capítulo 2, a luz é descrita como mensageira de informação que conecta as estrelas ao observador. São introduzidos conceitos de Astronomia e Física Moderna como magnitude, fluxo, emissão de luz, relação entre energia/frequência e a radiação de corpo negro. O autor busca “suavizar” a inserção dos conceitos de tal forma que a leitura seja agradável. O conteúdo pode ser relacionado com a parte do modelo atômico atual que é estudado em Química e o conteúdo de Óptica que é estudada em Física.

¹ Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), Diadema, Brasil. E-mail: valentim.rodolfo@unifesp.br.

Já no capítulo 3, conceitos de Estrutura Estelar são apresentados a partir dos conteúdos discutidos no capítulo 2. A seguir o conceito de luminosidade (L) é introduzido relacionando temperatura efetiva e área, e isso é feito a partir do fluxo e da Lei de Stefan-Boltzmann. No tópico seguinte, a ideia do diagrama de Hertzsprung-Russel é desenvolvida com maestria. Na parte final, as equações de equilíbrio hidrostático são mostradas concomitantemente com a ideia que as estrelas são um fluido auto-gravitante. A seguir, são definidos os conceitos de energia gravitacional e idade gravitacional das estrelas. Nesse tópico, o autor expõe a contradição entre idade estimada do Sol e os fósseis terrestres (o segundo é mais velho que o primeiro). Esse problema só seria resolvido algumas décadas depois, com a descoberta de reações nucleares. O assunto é explorado na seção seguinte, com a inserção do conceito de fusão nuclear. A conexão com a Física é natural neste capítulo, pois envolve conceitos como Gravitação Universal de Newton, Termologia, Óptica, entre outros.

No capítulo 4, são explorados aspectos da Evolução Estelar para estrelas e sua relação entre massa, raio, temperatura, luminosidade e classe espectral (apresentado no capítulo 2). O autor introduz conceitos como férmions e bósons e a estatística que rege cada um. Isso é feito de maneira didática pelo autor, mesmo sabendo que não é uma tarefa muito simples. Esse conceito é fundamental para entender a física da estrutura interna das anãs brancas e das estrelas de nêutrons. No capítulo 5, que trata dos eventos de supernovas, o professor Horvath começa tratando das supernovas históricas e expõe conceitos relacionados a esses eventos como classificação e a importância no contexto cosmológico. Horvath explora muito bem os aspectos históricos, mas não discute os conceitos de maneira muito didática, pois tais mecanismos apresentam imensa complexidade física, o que exige a introdução de conceitos físicos mais avançados para explicar eventos de supernovas tipo I e II. Este é um dos capítulos mais difíceis do livro.

No capítulo 6, o autor explora os chamados estágios finais de evolução estelar ou “cadáveres da galáxia” que são os objetos compactos remanescentes de explosões de supernovas tipo I e II. Nesta parte do livro, Horvath introduz um conceito muito importante que é a Função de Massa Inicial (IMF em inglês), proposta empiricamente por Salpeter. O autor também discute a respeito das anãs brancas e sua estrutura interna a partir de conceitos como gás de elétrons degenerados, da equação de estado politrópica e da distribuição de massas. Na seção posterior, as estrelas de nêutrons e os pulsares são explorados com a introdução da TOV - (Tolman-Oppenheimer-Volkoff) e suas implicações nas equações de estado. Outro aspecto importante discutido amplamente é a distribuição de massas das estrelas de nêutrons. A seguir, os pulsares são introduzidos pelo autor no contexto histórico da sua descoberta em 1967 por Jocelyn Bell em Cambridge. A seguir o autor apresenta as equações e grandezas que caracterizam os pulsares. Na última seção do capítulo, os buracos negros são apresentados aos leitores mediante a ideia de uma “estrela negra” com velocidade de escape igual à c^2 . Depois disso aspectos teóricos atuais são mostrados de maneira bem clara e didática, mas o nível de discussão ainda é um pouco elevado para estudantes do Ensino Médio, que poderão apresentar dificuldades para a sua completa compreensão.

No capítulo 7, o nascimento de estrelas em nuvens moleculares é discutido pelo autor, que retorna no ponto inicial de evolução estelar e o discute de forma bem

² Velocidade da luz é aproximadamente igual à 300.000 km/s.

geral, mas inserindo os conceitos físicos que envolvem essa área da Astrofísica Estelar e a conexão com a Sequência Principal do Diagrama H-R. O capítulo é muito bem escrito e de fácil compreensão, que pode ser considerado um dos melhores do livro. No capítulo 8 são explorados os sistemas estelares, associações, aglomerados abertos e globulares. Neste capítulo o autor complementa o que foi estudando no capítulo 7 e discute essas formações e que grande parte das estrelas pertence a sistemas múltiplos. No capítulo 9 são apresentadas as estrelas variáveis, sua classificação (pulsantes e eruptivas) seus mecanismos físicos e implicações para a estimativa de distâncias. Um excelente e claro capítulo com grande ênfase em aspectos observacionais da Astronomia.

No capítulo 10, a Tabela Periódica é relacionada com as estrelas, sendo explorada a origem dos elementos químicos a partir da síntese estelar. Esta parte do livro é essencial para a Química do Ensino Médio, pois a discussão sobre a origem dos elementos químicos passa quase sempre despercebida nos conteúdos dos diferentes níveis de escolaridade. Este capítulo é necessário e fundamental, pois além de permitir a ponte com a Química, pode também ser conectado com a Biologia e Geografia.

O livro é finalizado no capítulo 11, com uma bela discussão sobre o papel que a Astronomia pode desempenhar na Educação, com a introdução de conceitos a partir dos conteúdos de Física, Matemática, Geografia, História e Biologia do Ensino Médio. O autor também sugere questões que podem exploradas pelos alunos. Além disso, é proposta a construção de um espectrógrafo usando um tipo de papelão e um CD para observar o espectro da luz. Um ponto fundamental a ressaltar, é que o autor deveria explicar melhor como fazer as observações de tal maneira a evitar riscos relacionados à visão. Na seção seguinte é sugerida a construção de um diagrama H-R com uma tabela dada, sendo que ambas são atividades interessantes e que podem ajudar os estudantes a compreender parte dos conceitos abordados. Por último, o professor Horvath discute a importância da inserção de conteúdos de Astrofísica Estelar nas disciplinas do Ensino Médio. É sugerido que cada professor encontre o próprio caminho através de uma sequência didática própria. O professor Horvath reconhece que a introdução desses conceitos não é uma tarefa simples e fácil, mas fica o desafio para os professores do Ensino Médio construir essa jornada estelar com seus estudantes.

O livro é uma obra de excelente qualidade que introduz conceitos da área de Astronomia que têm sido desenvolvidos no decorrer de séculos. O autor apresenta excelente didática na exposição dos conceitos e insere equações de forma muito precisa. Em alguns tópicos, apresenta dificuldades na clareza e na exposição didática, como citado no capítulo 6. Do ponto de vista prático, é um livro que pode ter alguns de seus capítulos facilmente utilizados por professores de Física, Química e Matemática. Por outro lado, para docentes de áreas não correlatas sua utilização é muito mais difícil, pois exige o domínio de certos conceitos que não foram estudados. Obra recomendada, mas talvez, com um nível conceitual muito elevado para algumas escolas de Ensino Médio.