



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 23, 2017

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (DME/UFSCar)
Luiz Carlos Jafelice (DFTE/UFRN)
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)
Paulo H. A. Sobreira (Planetário/UFG)

Assistente de Editoração

Walison A. Oliveira (UTFPR)

Auxiliar de Editoração

Ana Cecília de Oliveira (UFSCar)
Rebeca Silva de Oliveira (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. 23, (2017). - São Carlos (SP): UFSCar, 2017.

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

O vigésimo terceiro número da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) é publicado em um momento importante para a Educação em Astronomia no Brasil e no exterior.

O V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (V SNEA) está programado para ocorrer na última semana de julho de 2018 (as datas exatas ainda estão sendo definidas), na Universidade Estadual de Londrina (UEL), na cidade de Londrina, PR.

De 3 a 7 de julho de 2017 foi realizado o *International Symposium on Astronomy and Astrobiology Education*, na Universidade de Utrecht (Holanda), com a participação de um de nós (PSB). Importante ressaltar a importância do levantamento que está sendo feito em nível internacional no que se refere à produção da pesquisa em educação em astronomia, desenvolvido pelo Grupo de Trabalho sobre Teoria e Métodos em Educação em Astronomia da União Astronômica Internacional. Merece destaque o fato de que a produção brasileira na área, resultado de esforços realizados nas últimas décadas, tem se sobressaído em comparação com outros países. Mais especificamente, temos um bom número de teses e dissertações; artigos publicados em periódicos, especialmente na RELEA, e trabalhos apresentados em eventos, em particular nos SNEAs.

Neste número contamos com cinco artigos:

Uso de textos históricos para uma abordagem pedagógica sobre a natureza da ciência, de Hermano Ribeiro de Carvalho, Lucas Albuquerque do Nascimento e Boniek Venceslau da Cruz Silva. Este trabalho apresenta uma experiência de elaboração, aplicação e análise de textos históricos de natureza pedagógica envolvendo a recepção, aceitação e disseminação da obra de Nicolau Copérnico. Os textos foram utilizados em um curso de extensão na Universidade Federal do Piauí (UFPI) com a participação de futuros professores de ciências visando discussões sobre a natureza da ciência e da história da astronomia. Foi feita uma avaliação sobre a legitimidade do uso de textos com finalidade pedagógica para a inserção da natureza da ciência.

Medición de distancia a la Luna con telescopio y cámara digital en una noche (Medida de distância à Lua com telescópio e câmera digital em uma noite), de Néstor A. Olivieri e Eduardo E. Rodríguez. Este artigo mostra como pode ser usado um telescópio amador e uma câmera digital padrão para obter imagens e calcular a distância à Lua. A técnica baseia-se em uma análise de duas imagens obtidas desde um mesmo local com intervalo de algumas horas. A pequena variação do tamanho angular da Lua devida à variação da distância Lua-observador causada pela rotação da Terra serve para obter os dados básicos para deduzir a distância ao satélite.

Construção de um modelo didático representativo para visualização de fases da Lua e eclipses, de Diego Soares Amorim. O artigo propõe a construção e utilização de um experimento de demonstração com o uso de um modelo didático do sistema Sol-Terra-Lua, associado à utilização de um computador para auxiliar a visualização de fases da Lua e eclipses solares e lunares. O resultado obtido após a construção e utilização do modelo e a combinação de sua utilização com o computador mostrou que essa estratégia didática é útil para a compreensão dos estudantes dos fenômenos abordados, dada a possibilidade de

observação e reflexão a partir dos dois pontos de vista: como observadores na Terra e como observadores externos.

O planetário como ambiente não formal para o ensino sobre o Sistema Solar, de Gabrielle de Oliveira Almeida, Mateus Henrique Rufini Zanitti, Cintia Luana de Carvalho, Edson Wander Dias, Alessandro Damásio Trani Gomes e Fernando Otávio Coelho. Este trabalho mostra os resultados de uma pesquisa sobre os recursos do planetário para o ensino sobre o Sistema Solar em uma atividade com uma sessão de cúpula e exibição de um filme. Para isto foi desenvolvida uma atividade no planetário de uma instituição de ensino superior com trinta e três alunos do Ensino Médio de uma escola estadual de um município próximo a São João del-Rei, Minas Gerais. Um questionário foi aplicado antes e após a atividade e os resultados foram comparados por meio de testes estatísticos. São discutidas as potencialidades dos planetários na educação não formal e sua interface com a escola básica.

Representações sociais de estudantes do ensino médio integrado sobre astronomia, de José Isnaldo de Lima Barbosa e Marcos Rincon Voelzke. Este trabalho tem o objetivo de identificar as representações sociais de estudantes do Ensino Médio Integrado sobre o termo indutor astronomia. Trata-se de uma pesquisa quali-quantitativa realizada junto a 653 estudantes. Os resultados indicam que os discentes possuem representações sociais do objeto Astronomia com elementos provenientes do espaço formal de educação e também divulgados na mídia. Além disso, demonstram que os estudantes têm informações sobre astronomia e uma posição valorativa em relação a esta ciência.

Neste número também publicamos uma resenha que contempla dois livros:

Uma estrela chamada Sol e O caminho do Sol no céu, do grupo de trabalho Gepeto. A resenha, escrita por Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon, apresenta dois livros infantis da Coleção “Explorando o Universo” publicados pela Eduel. O grupo, coordenado pela Dra. Rute Helena Trevisan, tem como participantes vários escritores e ilustradores envolvidos em pesquisa em Educação em Astronomia e já publicou seis obras até o momento.

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 ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira e às Srtas. Ana Cecília de Oliveira e Rebeca Silva de Oliveira 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

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

The 23rd number of the Latin American Journal of Astronomy Education (RELEA) is published in an important moment for Astronomy Education in Brazil and abroad.

The *V Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (V SNEA) is being planned to occur the last week of July, 2018 (the exact dates are still being defined), at the *Universidade Estadual de Londrina* (UEL), city of Londrina, PR.

From 3 to 7 of July 2017 the *International Symposium on Astronomy and Astrobiology Education* was held at *Utrecht University* (Netherlands), with the participation of one of the Editors (PSB). It is timely to remark the importance of the survey being conducted internationally about the productions of research in Astronomy Education, developed by the Working Group on Theory and Methods in Astronomy Education of the International Astronomical Union. The fact that the Brazilian production in the field, a result of the efforts made the last decades, stands over many other countries deserves a highlight. More specifically, we have a good number of thesis e monographies; articles published in specialized journals (especially RELEA), and works presented in events, in particular at the SNEAs.

In this issue we feature five articles:

Uso de textos históricos para uma abordagem pedagógica sobre a natureza da ciência (The use of historical texts for a pedagogical approach about the nature of science), by Hermano Ribeiro de Carvalho, Lucas Albuquerque do Nascimento and Boniek Venceslau da Cruz Silva. This work presents an experience of elaboration, application and analysis of historical texts of pedagogical nature involving the reception, acceptance and dissemination of o Nicholas Copernicus work. The texts were employed in an extension course of the *Universidade Federal do Piauí* (UFPI) with the presence of future professors of sciences and aimed discussions about the nature of science and the history of astronomy. An assessment was made of the legitimacy of the use of texts with pedagogical purposes for the treatment of the nature of science.

Medición de distancia a la Luna con telescopio y cámara digital en una noche (Measuring the distance to the Moon with a telescope and a digital camera in a one-night observation), by Néstor A. Olivieri and Eduardo E. Rodríguez. This article shows how an amateur telescope and a standard digital camera can be employed to obtain images and calculate the distance to the Moon. The technique is based on an analysis of two images obtained at the same place within a few hours interval. The slight variation of the angular size of the Moon due to the variation of the distance Moon-observer caused by the rotation of the Earth is useful to obtain the basic data to deduce the distance to the satellite.

Construção de um modelo didático representativo para visualização de fases da Lua e eclipses (Construction of a didactic model for visualization of Moon phases and eclipses), by Diego Soares Amorim. The article discusses the construction and utilization of a demonstration experiment featuring a didactic model of the Sun-Earth-Moon system, associated with the use of a computer to help visualize the Moon phases and solar/lunar eclipses. The results obtained after the construction and application of the model and the help of the computer show that this didactic strategy is useful for the students to understand the

portrayed phenomena, giving the possibility of observing and thinking from two points of view: as Earth and external observers.

O planetário como ambiente não formal para o ensino sobre o Sistema Solar (The planetarium as a non-formal environment for teaching about the Solar System), by Gabrielle de Oliveira Almeida, Mateus Henrique Rufini Zanitti, Cintia Luana de Carvalho, Edson Wander Dias, Alessandro Damásio Trani Gomes and Fernando Otávio Coelho. This work shows the results of a research about the planetarium resources for the teaching of the Solar System within an activity of a dome session and film exhibition. For that purpose, an activity in a high education planetary was developed with thirty-three high-school students from a state school located in a city nearby São João del Rei, MG. A questionnaire was applied before and after the activity and the results compared by means of statistical tests. The potentialities of planetariums for formal education and their interface with elementary school are discussed.

Representações sociais de estudantes do ensino médio integrado sobre astronomia (Social representations of the integrated high school students about astronomy), by José Isnaldo de Lima Barbosa and Marcos Rincon Voelzke. This work aims to identify the social representations of Integrated High-School students about the inductor term "astronomy". It is a qualitative/quantitative research performed with a sample 653 students. The results indicate that the students hold social representations of Astronomy with elements belonging to the formal education space and also others disclosed by the media. In addition, it is shown that the students have information about astronomy and an evaluative posture about this science.

In the present issue we also publish a review of two books:

Uma estrela chamada Sol e O caminho do Sol no céu, (A star called Sun and The path of the sun in the sky), by the working group Gepeto. The review, written by Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon, presents two kid books of the Collection "*Explorando o Universo*" published by the university press Eduel. The group, coordinated by Dra. Rute Helena Trevisan, features several writers and illustrators involved in the research of Astronomy Education among its members, and has already published six titles until now.

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.

Special thanks to Mr. Walison Aparecido de Oliveira and Mrs. Ana Cecília de Oliveira and Rebeca Silva de Oliveira for their work editing the articles. We also thank the associate editors, authors, referees and all those who directly or indirectly helped us in continuing this initiative and, in particular, in the preparation of this edition.

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

El vigésimo tercer número de la Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA) se publica en un momento importante para la Educación en Astronomía en Brasil y el exterior.

El V *Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (V SNEA) está programado para ocurrir en la última semana de julio de 2018 (las fechas exactas todavía están siendo definidas), en la *Universidade Estadual de Londrina* (UEL), en la ciudad de Londrina, PR.

Del 3 al 7 de julio de 2017 fue realizado el *International Symposium on Astronomy and Astrobiology Education*, en la Universidad de Utrecht (Holanda), con la participación de uno de los Editores (PSB). Resulta importante destacar la importancia del estudio que está siendo efectuado a nivel internacional en lo que se refiere a la producción de investigación en educación en astronomía, desarrollado por el Grupo de Trabajo sobre Teoría y Métodos en Educación en Astronomía de la Unión Astronómica Internacional. Merece mención el hecho que la producción brasilera en el área, resultado de los esfuerzos realizados en las últimas décadas, ha sobresalido en comparación con otros países. Más específicamente, tenemos un buen número de tesis y disertaciones; artículos publicados en periódicos (especialmente en la RELEA), y trabajos presentados en eventos, en particular en los SNEAs de Brasil.

En este número contamos con cinco artículos:

Uso de textos históricos para una abordagem pedagógica sobre a natureza da ciência (Uso de textos históricos para un enfoque pedagógico sobre la naturaleza de la ciencia), de Hermano Ribeiro de Carvalho, Lucas Albuquerque do Nascimento y Boniek Venceslau da Cruz Silva. Este trabajo presenta una experiencia de elaboración, aplicación y análisis de textos históricos de naturaleza pedagógica que involucran la recepción, aceptación y diseminación de la obra de Nicolás Copérnico. Los textos fueron utilizados en un curso de extensión en la *Universidade Federal do Piauí* (UFPI) con la participación de futuros profesores de ciencias con la intención de provocar discusiones sobre la naturaleza de la ciencia y de la historia de la astronomía. Fue realizada una evaluación sobre la legitimidad del uso de textos con finalidades pedagógicas para la apreciación de la naturaleza de la ciencia.

Medición de distancia a la Luna con telescopio y cámara digital en una noche, de Néstor A. Olivieri y Eduardo E. Rodríguez. Este artículo muestra como puede usarse un telescopio *amateur* y una cámara digital *standard* para obtener imágenes y calcular la distancia a la Luna. La técnica se basa en un análisis de dos imágenes obtenidas desde un mismo lugar con intervalo de algunas horas. La pequeña variación del tamaño angular de la Luna debida a la variación de la distancia Luna-observador causada por la rotación de la Tierra sirve para obtener los datos básicos usados para deducir la distancia al satélite.

Construção de um modelo didático representativo para visualização de fases da Lua e eclipses (Construcción de un modelo didático para la visualización de fases de la luna y eclipses), de Diego Soares Amorim. El artículo propone la construcción y utilización de un experimento de demostración con el uso de un modelo didático del sistema Sol-Terra-Lua, asociado a la utilización de un computador para ayudar a la visualización de fases de la Luna y eclipses solares y lunares. El resultado obtenido después de la construcción y utilización del modelo y la combinación de su utilización con el computador mostró que esa estrategia didáctica es útil para la comprensión de los estudiantes de los fenómenos estudiados, dada la

posibilidad de observación y reflexión apartir de dos puntos de vista: como observadores en la Tierra y como observadores externos.

O planetário como ambiente não formal para o ensino sobre o Sistema Solar (El planetario como ambiente no formal para la enseñanza sobre el Sistema Solar), de Gabrielle de Oliveira Almeida, Mateus Henrique Rufini Zanitti, Cintia Luana de Carvalho, Edson Wander Dias, Alessandro Damásio Trani Gomes y Fernando Otávio Coelho. Este trabajo muestra los resultados de una investigación sobre los recursos del planetario para la enseñanza del Sistema Solar en una actividad con una sesión de cúpula y exhibición de un film. Para esto fue desarrollada una actividad en el planetario de una institución de enseñanza superior con treinta y tres alumnos del ciclo medio de una escuela estatal de un municipio próximo a *São João del-Rei, Minas Gerais*. Un cuestionario fue aplicado antes y después de la actividad y los resultados fueron comparados por medio de *tests* estadísticos. Son discutidas las potencialidades de los planetarios en la educación no formal e su interface con la escuela primaria.

Representações sociais de estudantes do ensino médio integrado sobre astronomia (Representaciones sociales de los estudiantes de la enseñanza secundaria integrada sobre astronomía), de José Isnaldo de Lima Barbosa y Marcos Rincon Voelzke. Este trabajo tiene el objetivo de identificar las representaciones sociales de estudiantes del Ciclo Medio Integrado sobre el término inductor *astronomía*. Se trata de una investigación cuali-cuantitativa realizada con 653 estudiantes. Los resultados indican que los estudiantes poseen representaciones sociales del objeto Astronomía con elementos provenientes del espacio formal de la educación y también de otros divulgados en los medios. Además de eso, se demuestra que los estudiantes tienen informaciones sobre astronomía y una posición valorativa en relación a esta ciencia.

En este número también publicamos una reseña que contempla dos libros:

Uma estrela chamada Sol e O caminho do Sol no céu (Una estrella llamada Sol y El camino del Sol en el cielo) del grupo de trabajo Gepeto. La reseña, escrita por Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon, presenta dos libros infantiles de la *Coleção "Explorando o Universo"* publicados por la prensa universitaria Eduel. El grupo, coordinado por la Dra. Rute Helena Trevisan, tiene como participantes a varios escritores e ilustradores relacionados a la investigación en Educación en Astronomía y ya publicó seis obras hasta el momento.

Más informaciones sobre la Revista e instrucciones para los autores se encuentran en el *site*: <www.relea.ufscar.br>. Los artículos podrán ser redactados en portugués, castellano o inglés.

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y a las Srtas. Ana Cecília de Oliveira e Rebeca Silva de Oliveira por la edición de los artículos, a los editores asociados, a los autores, los árbitros y a todos aquellos quienes, 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

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

1. **USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA**
Hermano Ribeiro de Carvalho / Lucas Albuquerque do Nascimento
Boniek Venceslau da Cruz Silva _____ 7

2. **MEDICIÓN DE DISTANCIA A LA LUNA CON TELESCOPIO Y CÁMARA DIGITAL EN UNA NOCHE**
MEDIDA DE DISTÂNCIA À LUA COM TELESCÓPIO E CÂMERA DIGITAL EM UMA NOITE
Néstor A. Olivieri / Eduardo E. Rodríguez _____ 39

3. **CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO REPRESENTATIVO PARA VISUALIZAÇÃO DE FASES DA LUA E ECLIPSES**
Diego Soares Amorim _____ 53

4. **O PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL PARA O ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR**
Gabrielle de Oliveira Almeida / Mateus Henrique Rufini Zanitti /
Cintia Luana de Carvalho / Edson Wander Dias /
Alessandro Damásio Trani Gomes / Fernando Otávio Coelho _____ 67

5. **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO SOBRE ASTRONOMIA**
José Isnaldo de Lima Barbosa / Marcos Rincon Voelzke _____ 87

6. **RESENHA: UMA ESTRELA CHAMADA SOL E O CAMINHO DO SOL NO CÉU**
Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon _____ 115

CONTENTS

1. **USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA**
THE USE OF HISTORICAL TEXTS FOR A PEDAGOGICAL APPROACH ABOUT THE NATURE OF SCIENCE
Hermano Ribeiro de Carvalho / Lucas Albuquerque do Nascimento
Boniek Venceslau da Cruz Silva _____ 7

2. **MEDICIÓN DE DISTANCIA A LA LUNA CON TELESCOPIO Y CÁMARA DIGITAL EN UNA NOCHE**
MEASURING THE DISTANCE TO THE MOON WITH A TELESCOPE AND A DIGITAL CAMERA IN ONE- NIGHT OBSERVATION
Néstor A. Olivieri / Eduardo E. Rodríguez _____ 39

3. **CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO REPRESENTATIVO PARA VISUALIZAÇÃO DE FASES DA LUA E ECLIPSES**
CONSTRUCTION OF A DIDACTIC MODEL FOR VISUALIZATION OF MOON PHASES AND ECLIPSES
Diego Soares Amorim _____ 53

4. **O PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL PARA O ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR**
THE PLANETARIUM AS A NON-FORMAL ENVIRONMENT FOR TEACHING ABOUT THE SOLAR SYSTEM
Gabrielle de Oliveira Almeida / Mateus Henrique Rufini Zanitti /
Cintia Luana de Carvalho / Edson Wander Dias /
Alessandro Damásio Trani Gomes / Fernando Otávio Coelho _____ 67

5. **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO SOBRE ASTRONOMIA**
SOCIAL REPRESENTATIONS OF THE INTEGRATED HIGH SCHOOL STUDENTS ABOUT ASTRONOMY
José Isnaldo de Lima Barbosa / Marcos Rincon Voelzke _____ 87

6. **RESENHA: UMA ESTRELA CHAMADA SOL E O CAMINHO DO SOL NO CÉU**
REVIEW: A STAR CALLED SUN AND THE PATH OF THE SUN IN THE SKY
Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon _____ 115

SUMARIO

1. **USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA**
USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UN ENFOQUE PEDAGÓGICO SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA
Hermano Ribeiro de Carvalho / Lucas Albuquerque do Nascimento
Boniek Venceslau da Cruz Silva _____ 7

2. **MEDICIÓN DE DISTANCIA A LA LUNA CON TELESCOPIO Y CÁMARA DIGITAL EN UNA NOCHE**
Néstor A. Olivieri / Eduardo E. Rodríguez _____ 39

3. **CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO REPRESENTATIVO PARA VISUALIZAÇÃO DE FASES DA LUA E ECLIPSES**
CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA VISUALIZACIÓN DE FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES
Diego Soares Amorim _____ 53

4. **O PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL PARA O ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR**
EL PLANETARIO COMO AMBIENTE NO FORMAL PARA LA ENSEÑANZA SOBRE EL SISTEMA SOLAR
Gabrielle de Oliveira Almeida / Mateus Henrique Rufini Zanitti /
Cintia Luana de Carvalho / Edson Wander Dias /
Alessandro Damásio Trani Gomes / Fernando Otávio Coelho _____ 67

5. **REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO SOBRE ASTRONOMIA**
REPRESENTACIONES SOCIALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA INTEGRADA SOBRE ASTRONOMÍA
José Isnaldo de Lima Barbosa / Marcos Rincon Voelzke _____ 87

6. **RESENHA: UMA ESTRELA CHAMADA SOL E O CAMINHO DO SOL NO CÉU**
RESEÑA: UNA ESTRELLA LLAMADA SOL Y EL CAMINO DEL SOL EN EL CIELO
Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon _____ 115

USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UMA ABORDAGEM PEDAGÓGICA SOBRE A NATUREZA DA CIÊNCIA

*Hermano Ribeiro de Carvalho*¹
*Lucas Albuquerque do Nascimento*²
*Boniek Venceslau da Cruz Silva*³

Resumo: Este trabalho apresenta uma experiência de elaboração, aplicação e análise de Textos Históricos de Natureza Pedagógica envolvendo a recepção, aceitação e disseminação da obra de Nicolau Copérnico. Os textos históricos de natureza pedagógica foram utilizados em um curso de extensão que ocorreu na Universidade Federal do Piauí (UFPI) que contou com a participação de futuros professores de ciências no ensino fundamental, graduandos em Química, Biologia e Ciências da Natureza. Os professores em formação leram os textos e responderam questões referentes aos mesmos, as quais relacionavam aspectos da Natureza da Ciência e da História da Astronomia. Essa ferramenta didática foi utilizada de maneira explícita e reflexiva, com o objetivo de contextualizar os fatos, e subsidiar discussões acerca de aspectos relacionados à Natureza da Ciência. Dessa forma, este trabalho buscou avaliar a legitimidade do uso de textos históricos com finalidade pedagógica para uma melhor inserção da Natureza da Ciência.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Textos Históricos de Natureza Pedagógica; História da Astronomia.

USO DE TEXTOS HISTÓRICOS PARA UN ENFOQUE PEDAGÓGICO SOBRE LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Resumen: Este trabajo presenta una experiencia de elaboración, aplicación y análisis de Textos Históricos de naturaleza pedagógica referentes a la recepción, aprobación y difusión del trabajo de Nicolás Copérnico. Los textos históricos de naturaleza pedagógica fueron usados en un curso de extensión ofrecido en la Universidad Federal de Piauí (UFPI) y que contó con la participación de futuros profesores de ciencias del ciclo fundamental, graduandos en Química, Biología y Ciencias de la Naturaleza. Los profesores en formación leyeron los textos y respondieron a preguntas a respecto de los mismos, las cuales se refirieron a los aspectos de la Naturaleza de la Ciencia y de la Historia de la Astronomía. Esa herramienta didáctica fue usada en una manera explícita y reflexiva, con el objetivo de contextualizar los hechos, y para enriquecer las discusiones con respecto a los aspectos a la Naturaleza de la Ciencia. De este modo, este trabajo intentó valorar la legitimidad del uso de textos históricos con la finalidad pedagógica para una mejor inserción de la Naturaleza de la Ciencia.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia; Textos Históricos de la Naturaleza Pedagógica; Historia de la Astronomía.

THE USE OF HISTORICAL TEXTS FOR A PEDAGOGICAL APPROACH ABOUT THE NATURE OF SCIENCE

Abstract: This paper presents an experience including elaboration, application and analysis of Historical Texts of Pedagogical Nature including the reception, acceptance and propagation of Copernicus' work.

¹ Mestrando em Ensino de Física – Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), Campina Grande, Brasil.
E-mail: <hermanoribeirodc@yahoo.com.br>.

² Graduado em Ciências da Natureza - Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Brasil.
E-mail: <lucas.albuquerque13@hotmail.com>.

³ Docente do curso de Ciências da Natureza – Universidade Federal do Piauí (UFPI), Teresina, Brasil.
E-mail: <boniek@ufpi.edu.br>.

The historical texts of pedagogical nature were used in an outreach course at Piauí Federal University (UFPI) attended by students from Chemistry, Biology and Natural Science courses. The students read the texts and answered some questions about Nature of Science and History of Astronomy. The course used explicit and reflexive approach towards the Nature of Science. Thus, this paper aims to evaluate if Historical Texts of Pedagogical Nature are legitimate tools for the insertion of Nature of Science in higher education.

Keywords: Nature of Science; Historical Texts of Nature Pedagogical; History of the Astronomy.

1 Introdução

Este trabalho visa verificar a utilização de textos históricos como um elemento válido para se discutir aspectos da Natureza da Ciência. A partir de textos envolvendo fatos relacionados à História da Astronomia, especificamente, a construção da teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico; a recepção da mesma em sua época; as divergências com a teoria aristotélico-ptolomaica e a disseminação de suas ideias, buscou-se discutir questões relacionadas à Natureza da Ciência como, por exemplo, a influência de fatores extracientíficos na ciência.

Alguns trabalhos (por exemplo: Martins, 2006) apontam que a falta de material adequado para se trabalhar a História e Filosofia da Ciência (HFC) no ensino ainda é um grande empecilho. É evidente que muito tem sido feito para sanar esse problema. Muitos especialistas na área têm contribuído para que se ofereçam materiais de “confiança”. Dentre as várias propostas, uma será debatida mais enfaticamente neste trabalho, qual seja, os textos históricos de natureza pedagógica.

Silva et al (2014) e Silva (2012b) apontam uma ferramenta didática (os textos históricos de natureza pedagógica) que tem por finalidade, a partir de aspectos relacionados à História e Filosofia da Ciência, servir como um meio mais adequado, ao professor de ciências, de se inserir conceitos científicos e discutir aspectos da Natureza da Ciência.

A pesquisa foi realizada em um curso de extensão, totalizando 32 horas, que ocorreu na Universidade Federal do Piauí (UFPI) que contou com a participação de futuros professores de ciências no ensino fundamental, graduandos em Química, Biologia e Ciências da Natureza. Os professores em formação leram os textos e responderam questões referentes aos mesmos, as quais relacionavam aspectos da Natureza da Ciência e da História da Astronomia.

Com esta pesquisa, pretendeu-se avaliar a legitimidade da utilização de textos didáticos envolvendo um recorte da História da Astronomia, qual seja, a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico, para a compreensão de aspectos relacionados à Natureza da Ciência.

Entretanto, o referente trabalho não se prende em somente avaliar o potencial dos textos históricos de natureza pedagógica como uma ferramenta didática para a melhoria da compreensão de aspectos da Natureza da Ciência, mas também propor uma metodologia adequada para que se possa inserir a História e a Filosofia da Ciência na sala de aula.

O presente trabalho tem por objetivo, a partir de um estudo histórico sobre a teoria heliocêntrica de Nicolau Copérnico (veja: Carvalho, 2015), criar, aplicar e avaliar

textos históricos que envolvam aspectos da teoria heliocêntrica de Copérnico e a Natureza da Ciência.

Além disso, busca-se ainda: (a) discutir aspectos da Natureza da Ciência, de maneira explícita e reflexiva, a partir de textos históricos e (b) observar se a utilização de textos históricos é válida para uma melhor compreensão da Natureza da Ciência.

2 Natureza da Ciência: concepções e abordagens

Algumas características já são apontadas como essenciais para a construção de uma visão apropriada sobre a NdC. Alguns trabalhos (LEDERMAN, 1999; ACEVEDO, 2009; BRICCIA; CARVALHO, 2011) indicam pontos que já parecem ser consenso⁴ entre os estudiosos da área a respeito das características sobre o conhecimento científico que devem ser trabalhadas na educação científica básica.

Baseando-se em Lederman (1999) e Acevedo (2009) é possível se apresentar algumas dessas características. São elas:

- Conhecimento científico é provisório (sujeito a mudanças);
- Empírico (baseado em e/ou derivado de observações do mundo natural);
- Subjetivo (carregado de teoria);
- É resultante, necessariamente, de inferências e deduções humanas, mas também da imaginação e criatividade dos cientistas (envolve a invenção de explicações);
- Requer uma combinação de observações e inferências ou deduções;
- Está submetido a normas acadêmicas da comunidade científica que o regula (sociologia interna da ciência);
- Está incrustado na sociedade e na cultura, que influencia nele e se veem influenciadas por ele (sociologia externa da ciência).

É preciso deixar claro que apesar dos pontos terem sido colocados separadamente na lista anterior eles se relacionam entre si. Por exemplo, conforme Acevedo (2008),

O caráter provisório do conhecimento científico é proveniente da criação desse conhecimento mediante a observação empírica e a inferência. Cada uma dessas atividades está influenciada pela cultura e a sociedade de onde se faz a ciência, pelo marco conceitual disponível e pela subjetividade pessoal de cada cientista (ACEVEDO, 2008, p.137).

Os pontos destacados “configuram como um consenso do que se considera adequado que aprendam os estudantes e ensine os professores sobre a NdC na educação científica.” (ACEVEDO, 2009, p.357). Entretanto, se faz necessário destacar que essa lista não está completa, uma vez que alguns pesquisadores (por exemplo: ACEVEDO et al, 2007a; SILVA, 2010a) adicionam ou retiram determinados aspectos.

⁴ É preciso esclarecer que há pesquisadores (por exemplo: MARTINS e RYDER, 2014) que já apontam aspectos problemáticos nessa visão tida como consensual sobre a NdC.

- ✓ A ciência é um esforço para explicar os fenômenos naturais;
- ✓ As leis e teorias desempenham papéis diferentes na ciência; as teorias não se convertem em leis acumulando mais provas adicionais;
- ✓ Novos conhecimentos devem ser relatados abertamente e claramente;
- ✓ A ciência e a tecnologia geram impacto uma na outra;
- ✓ Os cientistas tomam decisões éticas;
- ✓ As pessoas de todas as culturas contribuem para a ciência;
- ✓ Observações dependem de teorias, e pensar em coleta de dados livre de influências e expectativas teóricas não faz sentido algum.

Quadro 1 - Aspectos que representam um consenso sobre a NdC.

Segundo Briccia e Carvalho (2011), não só os estudantes, mas também os professores, em geral, possuem concepções inadequadas sobre a Natureza da Ciência (NdC), independentemente do nível de atuação. Acevedo (2008) em seu trabalho também aponta que, “depois de aproximadamente cinco décadas de investigação”, estudantes e professores, em geral, não têm crenças adequadas sobre a NdC.

Não obstante, a questão das visões deformadas sobre a ciência não é o único problema, pois além de se indicar o que deve ser ensinado também se deve demonstrar a forma com a qual serão inseridos esses conteúdos na sala de aula. Acevedo (2009) aponta dois grandes enfoques, ou seja, duas abordagens utilizadas para se discutir temas relacionados à NdC, a saber: implícita e explícita e reflexiva.

Segundo o autor,

[...] ambos os enfoques têm recebido apoio em distintos documentos internacionais de diversas reformas de ensino de ciências e na bibliografia de didática das ciências há várias décadas, com o propósito de melhorar a compreensão de professores e estudantes sobre a NdC (ACEVEDO, 2009, p.358).

De acordo com Acevedo (2009), o enfoque implícito sugere que seja possível se estabelecer uma compreensão da NdC de modo indireto, ou seja, um ensino baseado na obtenção de habilidades nos processos da ciência.

Segundo Teixeira, Freire Jr. e El-Hani (2009), o enfoque implícito propõem a utilização de instruções sobre habilidades que possuem relação com a própria prática científica ou o engajamento em atividades investigativas como uma forma de se melhorar as crenças sobre a NdC.

Ou seja, assume-se que o estudante pode chegar a ter uma melhora das suas concepções sobre a NdC mediante a experiências que se adequam “com a metodologia baseada em ‘fazer ciência’ na escola e sem a necessidade de se fazer referências explícitas a aspectos da NdC.” (ACEVEDO, 2009, p.358).

No entanto, Acevedo (2009) indica que os resultados de pesquisas vêm demonstrando que esse tipo de abordagem tem se mostrado pouco eficaz para ajudar os estudantes a desenvolverem concepções mais adequadas sobre a NdC. E o autor conclui que “não se produzem mudanças significativas nas crenças sobre a NdC dos estudantes

através de um ensino orientado por tal tipo de enfoque implícito” (ACEVEDO, 2009, p.359).

O enfoque explícito-reflexivo, por sua vez, possui um caráter diferente, considera-se a utilização de uma metodologia explícita “quando o ensino enfoca diretamente conteúdos epistemológicos ou emprega elementos de história e filosofia das ciências no tratamento dos conteúdos específicos.” (TEIXEIRA; FREIRE JR.; EL-HANI, 2009, p.532).

Para Acevedo (2009),

Este enfoque sugere que a incorporação da história da ciência no ensino de ciências pode servir para a melhora da compreensão dos estudantes sobre a NdC; ou seja, se assume que os alunos podem perceber aspectos da NdC nos episódios históricos e que, portanto, o enfoque histórico pode ter um papel significativo na aprendizagem da NdC (ACEVEDO, 2009, p.359).

Nesse sentido, Ferreira e Martins (2012) apontam que tratar aspectos da NdC sem apelar para exemplos que possam contextualizá-los é, na verdade, ineficiente. Ainda segundo os autores, a história da ciência realmente pode ser um dos caminhos possíveis para essa contextualização.

Em relação à terminação “explícito-reflexivo”, Acevedo (2009) explica que explícito é de natureza curricular, enquanto que o reflexivo implica no ensino. E conclui que

O primeiro (explícito) destaca que a compreensão de NdC é um objetivo do ensino que deve ser planejado de maneira deliberada e da mesma forma que a compreensão das teorias científicas e outros conteúdos conceituais. O segundo (reflexivo) faz referência ao que se deve proporcionar aos estudantes suficientes oportunidades na aula para analisar as atividades que realizam a partir de diversas perspectivas, conectar essas atividades com as realizadas por outras pessoas e chegar a fazer generalizações sobre um domínio do conhecimento (ACEVEDO, 2009, p.361).

Dessa forma, alguns trabalhos (veja, por exemplo: Acevedo, 2008, 2009; Ferreira; Martins, 2012; Teixeira; Freire Jr.; El-Hani, 2009) indicam que, em geral, a utilização de um ensino explícito e reflexivo, ou seja, aquele que o estudante não apenas observa, ou até mesmo participa de alguma atividade, mas que, também, reflete sobre as situações que são postas, é mais efetivo que o ensino implícito para alcançar uma melhoria sobre a compreensão da NdC de professores e estudantes.

Por fim, é preciso esclarecer que utilizar a história da ciência para melhorar as concepções sobre a NdC, por si só, não pode ser considerado um enfoque explícito. E, por sua vez, utilizar processos da ciência ou atividades de indagação científica para se tentar obter uma melhora em relação às concepções acerca da NdC não se caracteriza como um enfoque implícito.

Logo, deve-se entender que por mais que a literatura especializada defenda a utilização do enfoque explícito, as práticas utilizadas por um ou por outro não podem ser apontadas como ineficientes por si só.

3 Natureza da Ciência e o Ensino de ciências

A Natureza da Ciência (NdC daqui em diante) há muito tempo já vem se propagando, conforme Acevedo (2008), como um objetivo fundamental do ensino de ciências em alguns países da cultura ocidental, sobretudo nos anglo-saxônicos.

No Brasil, os debates também vêm se difundindo. Vários trabalhos (por exemplo: Silva, 2010a; Ferreira e Martins; 2012; Silva 2010b) já discutem a utilização da NdC para a melhoria do ensino de ciências.

Em Didática das Ciências, já há um consenso a respeito de se considerar que é fundamental que os estudantes tanto da Educação básica como do Ensino Superior adquiram uma melhor compreensão da NdC (ACEVEDO et al, 2005).

Segundo Acevedo (2008), durante a década de noventa do século passado, a NdC começou a ser destacada como uma espécie de objetivo chave no currículo de ciências escolar e, além disso, passou a ser considerada também uma componente fundamental da alfabetização científica.

A NdC pode ser conceituada de diversas formas, pois não há um consenso acerca dessa questão. Isso só ocorre devido, segundo Acevedo (2008), à vasta variedade de aspectos que são relacionados a essa terminologia relacionados com a filosofia, a sociologia e a história da ciência.

“A NdC é um meta-conhecimento sobre a ciência que surge das reflexões interdisciplinares realizadas por especialistas da filosofia, sociologia e história da ciência, bem como por alguns cientistas e especialistas na didática das ciências” (Acevedo et al, 2007a; Acevedo, 2009).

Em um sentido mais amplo,

A NdC inclui a reflexão a respeito aos métodos para validar o conhecimento científico, os valores implicados nas atividades científicas, as relações com a tecnologia, a natureza da comunidade científica, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e as contribuições deste à cultura e ao progresso da sociedade (ACEVEDO et al, 2007a, p.43).

Segundo Acevedo (2008), para muitos autores de Didática das Ciências, a NdC deve fazer referência de maneira mais específica a Epistemologia da Ciência e, sobretudo, aos valores e supostos inerentes ao conhecimento científico.

Entretanto, para outros estudiosos do tema (por exemplo, Acevedo et al, 2007 a,b; Ferreira; Martins, 2012), o conceito de NdC compreende uma maior diversidade de aspectos, tais como: o que é ciência, seu funcionamento interno e externo, como se constrói e se desenvolve o conhecimento produzido, os métodos empregados para se validar e difundir este conhecimento, os valores implicados nas atividades científicas, as características das comunidades científicas, os vínculos com a tecnologia, as relações da sociedade com o sistema tecnocientífico e, vice-versa, as contribuições deste à cultura e ao progressos da sociedade.

Dessa forma, pode-se afirmar que a Natureza da Ciência (NdC) pode ser entendida como a união de conhecimentos sobre a ciência que discute sobre seus objetivos, as influências sofridas e/ou causadas sobre a sociedade da época, suas

limitações, seu pluralismo metodológico, a aceitação ou rejeição de ideias científicas, dos equívocos cometidos pelos cientistas, o seu caráter provisório, dentre outros temas.

3.1 A relevância para o ensino e os obstáculos de sua apreensão na sala de aula

Segundo Acevedo (2008), os professores além de ensinarem de maneira consistentes os atuais pontos de vista sobre a ciência, devem também se engajar em ensinar aos estudantes determinados aspectos relacionados à NdC.

Apesar de já haver, de certa forma, um consenso em relação à importância da NdC como um fator que serve para melhorar a forma como a educação científica dos cidadãos vem sendo feita, não é difícil perceber, como aponta Acevedo (2008), que o ensino de ciências vem fracassando, até agora, para alcançar esse objetivo.

Esse fracasso tem relação, por exemplo, com a falta de preparo dos professores para discutir assuntos relacionados à NdC na sala de aula; a falta de discussões ainda no processo de formação de professores, por não haver uma cobrança sobre esse tema em vestibulares, dentre outros.

Para que seja possível se adentrar um pouco mais nas discussões a respeito da relação da NdC com o ensino de ciências é importante que tenhamos em mente o porquê da importância da NdC para o currículo de ciências.

Para isso, iremos nos basear em razões sucintas, para a inserção da NdC no currículo de ciências, encontradas nos trabalhos de Acevedo (2008) e Lederman (2007). Os autores se fundamentam no trabalho de Driver et al (1996)⁵ e apontam cinco razões pelas quais se consegue perceber o quão importante pode ser a NdC para o ensino de Ciências, a saber: Utilitária, Democrática, Cultural, Axiológica e Docente (Quadro 2).

- ✓ Utilitária: O entendimento da NdC é necessário para se ter uma ideia correta da ciência e gerenciar os objetos e processos tecnológicos na vida cotidiana.
- ✓ Democrática: Compreender a NdC é necessário para que se tome decisões mais informadas acerca de questões tecnocientíficas com interesse social.
- ✓ Cultural: A compreensão da NdC é necessária para se apreciar o valor da ciência como um elemento importante da cultura contemporânea.
- ✓ Axiológica: A compreensão da NdC ajuda a entender melhor as normas e valores da comunidade científica que contém compromissos éticos com um valor geral para a sociedade.
- ✓ Docente: Entendimento da NdC facilita a aprendizagem dos conteúdos das matérias científicas e, por conseguinte, uma mudança conceitual.

Quadro 2 - Razões apontadas por Driver et al (1996) apud Acevedo (2008) e Lederman (2007) pelas quais se faz importante a inserção da NdC no currículo de ciências.

De acordo com Acevedo et al (2007a), a importância da NdC para a didática das ciências já está bastante clara, no entanto, os meios de se alcançar os objetivos no ensino ainda não possuem a mesma clareza. Então, cada vez mais é preciso que se

⁵ DRIVER, R.; LEACH, J.; MILLAR, R; SCOTT, P. **Young peoples's images of science**. Buckingham: Open University, 1996.

produzam mais trabalhos nessa área, pois só assim será possível construir um aporte empírico mais concreto.

Ao contrário do que se possa imaginar, na grande maioria das escolas, a forma como a ciência é apresentada, na verdade, não condiz com a realidade. Além disso, na maioria das vezes, esse tipo de situação ajuda a confirmar e agravar ainda mais os problemas já citados acerca das visões deformadas em relação à NdC.

De acordo com Acevedo et al (2007a),

A ciência se apresenta na escola, habitualmente, como um corpo bem estabelecido de conhecimentos acabados e verdadeiros que requerem escassa justificação e poucas provas, exceto talvez algumas generalizações indutivas, com o objetivo de persuadir aos estudantes da validade da visão científica do mundo (ACEVEDO et al, 2007a, p.45).

Ou seja, as questões relacionadas à NdC se encontram sempre em condições marginais, pois o objetivo da escola, quanto ao ensinar ciência, se resume em “ensinar sobre o que se sabe, mas não sobre como se chegou a saber” (ACEVEDO et al, 2007a, p.45). Em geral, segundo Acevedo (2008), os professores parecem não dar o mesmo valor à NdC como objetivo educativo como dão a outros conteúdos mais tradicionais.

Acevedo et al (2007a) aponta dois grandes obstáculos enfrentados para a inserção da NdC no ensino. O primeiro tem relação direta com os professores, ou seja, estes não são preparados, nem em sua formação científica, nem profissional como docente, para trabalhar com esse tipo de conteúdo. Acevedo et al (2005) ainda ressalta que a dificuldade que os professores têm em transferir conteúdos relacionados à Natureza da Ciência (NdC) para as aulas não tem relação com os próprios conteúdos da NdC, mas sim com resistências gerais às inovações educativas e, principalmente, com o conhecimento didático do conteúdo, pois “como se sabe, os sistemas escolares tendem a gerar uma série de resistências a qualquer inovação” (ACEVEDO et al, 2007a, p.45).

O segundo tem relação com a própria NdC como “conteúdo multidisciplinar, dialético e mutável” (ACEVEDO et al, 2007a, p.45). A forma como a ciência passaria a ser debatida, a partir da visão desse novo currículo inovador, entraria em confronto com o caráter acabado e dogmático dos conteúdos tradicionais dos currículos de ciências.

Sobre este segundo ponto, Acevedo et al (2007a) assinala que a literatura especializada aponta duas correntes de opiniões opostas acerca da complexidade da NdC e suas dificuldades para se converter em um conteúdo curricular da educação científica, a saber:

- Uma posição de desacordo a respeito à NdC que sustenta que não é possível alcançar acordos básicos sobre a NdC.
- Uma posição de consenso a respeito à NdC que defende a possibilidade de alcançar alguns acordos sobre a NdC, apesar da sua complexidade e dos desacordos existentes em certos temas.

4 Textos Históricos de Natureza Pedagógica: o que são; adaptações e aplicações.

Como já foi dito, o uso da História da Ciência no ensino pode proporcionar, entre outros benefícios, a apresentação de uma ciência mais viva e dinâmica aos alunos. Segundo Silva (2012a), uma maneira de se inserir a História da Ciência na sala de aula que está sendo muito utilizada, nos dias atuais, são os textos históricos com finalidade pedagógica.

Em outro trabalho, Silva (2012b) afirma que os textos históricos figuram como ferramentas pedagógicas adequadas na formação do professor de ciências, sobretudo, quando este visa utilizá-los tanto na inserção de conceitos bem como em discussões de aspectos da NdC.

Conforme Silva (2012a),

Os textos históricos são materiais didáticos construídos tomando como base um estudo de um determinado episódio histórico. Eles apresentam, também, vários aspectos da Natureza da Ciência, os quais, atualmente, vêm mostrando como de suma importância para uma elaboração mais estruturada do que é ciência (SILVA, 2012a, p.7).

A partir de um recorte da história da ciência, ou seja, do estudo de um determinado episódio histórico, se elabora textos históricos que proporcionem a relação entre a História da Ciência e aspectos da NdC que possam surgir de episódios históricos.

É preciso esclarecer o porquê do uso da terminologia “natureza pedagógica” nesses textos históricos. Para isso, vamos nos basear nas explicações trazidas por Silva (2012b), em seu trabalho, ele esclarece que muitos textos históricos, devido seu caráter acadêmico, não são adequados para serem utilizados, em sua forma original, na educação básica, pois as informações contidas nesses materiais não seriam compatíveis com o grau de instrução do público-alvo. Dessa forma, o autor aponta que há a necessidade de se adaptar esses textos ao contexto da educação básica.

Quando se faz necessária a realização dessas alterações em textos históricos, Silva (2012b) adota a nomenclatura de textos históricos de natureza pedagógica (THNP, daqui em diante). Entretanto, o mesmo autor adverte que ao se utilizar essa nomenclatura não se tem por finalidade desconsiderar que o texto histórico, em sua versão original, também desempenha um papel pedagógico. No entanto, é necessário deixar clara a necessidade de adequação desses textos ao nível de ensino da Educação Básica.

Há que se ter muito cuidado quando se pretende fazer esse tipo de adaptação, pois muito pode ser perdido durante esse trabalho; e não falamos aqui de palavras ou expressões que podem ser perdidas e/ou suprimidas, mas falo sim do conhecimento que poderia ser construído pelo aluno a partir de reflexões acerca desses textos históricos adaptados.

Quando se procura relatar algum episódio histórico é muito comum que se ressalte alguns pontos, tidos como mais relevantes, e se suprima outros. Segundo Forato

(2009), a simplificação e a omissão de fatos históricos, representam um desafio a enfrentar.

As simplificações e omissões, apesar de perigosas, em alguns contextos, se fazem necessárias. Na Educação Básica esse tipo de prática é mais comum, pois é preciso que haja uma adequação do conteúdo a ser ensinado com o nível cognitivo do público alvo. Dessa forma, não se deve generalizar apressadamente, e, neste caso, equivocadamente, que nunca se deve lançar mão de simplificações ou omissões em textos históricos.

“A História da Ciência é feita por seres humanos e se constitui em uma reconstrução de fatos e contribuições científicas que ocorreram, muitas vezes, em épocas distantes da nossa” (MARTINS, 2005, p.314). Não obstante, segundo a autora, essas reconstruções devem ser feitas de maneira bastante cautelosa e responsável, para que não se cometa erros que devem ser evitados ao máximo nesse tipo de trabalho.

Vários trabalhos (veja, por exemplo: Forato, 2009; Martins, 2005; Martins, 2001; Silva; Carvalho; Nascimento, 2014; Silva et al., 2014) abordam o problema dos vícios historiográficos⁶ nos textos históricos. Os vícios historiográficos fazem com que a História da Ciência seja passada de uma forma distorcida, ou seja, a reconstrução histórica dos fatos não é feita a contento.

Portanto, todos que desejem escrever, ou principalmente utilizar com fins pedagógicos, algum tipo de texto que tenha como conteúdo a História da Ciência, devem ficar atentos aos riscos inerentes a essa prática.

No que se refere às formas de aplicações dos THNP, Silva (2012b) aponta duas possibilidades: utilização com professores em exercício, em momento de formação continuada, e no contexto da Educação Básica. Pode-se acrescentar uma terceira possibilidade, qual seja, a utilização com professores ainda em formação.

Os THNP podem ser utilizados em momentos ainda na formação de professores, sendo este o enfoque deste trabalho. Carvalho et al (2013) aponta que tem-se dado muito pouco subsídio teórico aos professores em formação quando se trata de História e Filosofia da Ciência. Mesmo em disciplinas nas quais se teria a possibilidade de se discutir sobre o tema, muito pouco é feito, e isso se dá muitas vezes pela falta de capacitação do próprio professor universitário.

Dessa forma, os Textos Históricos de Natureza Pedagógica (THNP) podem aparecer nesse cenário como uma ferramenta didática capaz de auxiliar os professores na abordagem sobre temas relacionados à História e Filosofia da Ciência (HFC).

É preciso se dar uma importância a esse tipo de discussão ainda na formação de professores, pois são esses futuros docentes que terão a incumbência de, por exemplo, avaliar os conteúdos (muitas vezes equivocado) contidos nos livros didáticos.

⁶ Para uma discussão mais aprofundada acerca de alguns tipos de vícios historiográficos, os problemas trazidos por estes, bem como alguns exemplos encontrados em livros didáticos, consulte Silva et al (2014).

4.1 Desafios de sua inserção no ensino

Vários trabalhos (ACEVEDO, 2009; TEIXEIRA, FREIRE JR., EL-HANI, 2009; FERREIRA; MARTINS, 2012) defendem que a abordagem dos conteúdos relacionados à NdC devem ser feitas de maneira contextualizada, explícita e reflexiva.

Conforme Ferreira e Martins (2012), um dos meios pelos quais se poderia conseguir essa contextualização seria através da História da Ciência. A defesa dessa utilização não é recente. Segundo os autores, desde a década de 40 do século passado já se vem utilizando exemplos históricos com o objetivo de se contextualizar as discussões de como a ciência funciona. Talvez por este motivo “estudiosos vêm se empenhando em estudar profundamente a História da Ciência para colaborar com o ensino de NdC.” (FERREIRA; MARTINS, 2012, p.157)

Através da História da Ciência é possível se apresentar aos estudantes uma ciência viva e dinâmica, muito distante daquela visão inadequada, e muito comum, de uma ciência dogmática.

Conforme Briccia e Carvalho (2011), com o uso da História da Ciência é possível se alcançar vários objetivos no ensino de ciências, como, por exemplo: motivar mais os alunos em relação ao seu interesse pelo estudo da ciência, melhorar a participação no processo de ensino-aprendizagem, dentre outros.

Dessa forma, as autoras concluem que,

[...] o uso da história da ciência, aliada a uma perspectiva aberta e investigativa, ressalta elementos importantes sobre a natureza do conhecimento científico que geralmente são ignorados no ensino e que são essenciais para a construção de uma visão mais realista e menos dogmática deste conhecimento (BRICCIA; CARVALHO, 2011, p.1).

Para Martins (2006), a História da Ciência não tem a capacidade de substituir o ensino comum das ciências, mas é capaz de complementá-lo de várias formas. Ainda segundo o autor, além de ajudar na transmissão de uma visão mais adequada sobre a NdC, a história da ciência é apropriada para se auxiliar o próprio aprendizado dos conteúdos científicos. Ou seja, ensinar sobre a história das ciências é ensinar, mesmo que indiretamente, os conteúdos científicos referentes às mesmas.

Martins alerta, no entanto, que esse novo conhecimento ainda não foi difundido a contento. Afirma também que ele deve ser introduzido na educação científica em todos os níveis, de início na formação docente, para poder ulteriormente chegar a outros níveis da educação e a uma população mais ampla.

5 Utilização dos Textos Históricos de Natureza Pedagógica em um curso de extensão na UFPI

5.1 Caracterizando os participantes e o local de pesquisa

A pesquisa foi realizada na Universidade Federal do Piauí (UFPI), Campus Ministro Petrônio Portella, em Teresina. A mesma se desenvolveu durante o curso de

extensão “História e Filosofia da Ciência na sala de aula: Por quê? Pra quê? Como?”, o qual teve como ministrantes os autores deste trabalho.

O curso teve duração de 32 horas e contou com a participação de alunos cujos cursos eram, obrigatoriamente, de licenciatura, uma vez que a pesquisa visa observar a utilização dos THNP com professores em formação.

Os participantes eram oriundos dos cursos de Biologia, Química e Ciências da Natureza. Sendo: 5 da biologia; 4 da química e 8 de Ciências da Natureza. Os encontros se deram semanalmente as quartas-feiras a tarde, no horário das 14 às 18 horas.

5.2 Questionário como instrumento de coleta de dados

Um questionário, como apregoa Gil (2009), nada mais é do que uma técnica de investigação contendo questões cujo principal propósito é obter informações. Parasuraman (1991) ainda vai além, e afirma que um questionário deve possuir questões feitas com o intuito de gerar dados necessários para se atingirem os objetivos de um projeto, se tornando, dessa forma, muito importante para a pesquisa científica.

Então, nesse sentido, as questões utilizadas no final de cada texto para a obtenção de dados nesta pesquisa foram abertas. Para que fique mais claro o porquê da formulação de cada pergunta serão mostrados, aqui, os objetivos de cada uma delas.

QUESTÕES	OBJETIVOS
Questão 1	Verificar a visão dos participantes a respeito das descobertas individuais na ciência.
Questão 2	Averiguar uma possível ideia de que, na mudança de um paradigma, todos os dados da teoria anterior são simplesmente abandonados.
Questão 3	Verificar a visão dos participantes sobre a independência da ciência quanto à construção dos conhecimentos científicos.

Quadro 3 - Análise das questões do texto 1.

QUESTÕES	OBJETIVOS
Questão 1	Verificar a compreensão dos participantes acerca da natureza estritamente racional.
Questão 2	Examinar se os fatores extracientíficos influenciaram a publicação das ideias de Copérnico.
Questão 3	Verificar a ideia de que a ciência é livre e não sofre qualquer influência de fatores alheios a ela.

Quadro 4 - Análise das questões do texto 2.

Através das tabelas é possível perceber que as questões objetivam apresentar aos participantes a ideia de que não se faz ciência de maneira separada do mundo, mas sim sofrendo influências diretas de vários setores da sociedade, uma vez que a atividade científica faz parte das tradições culturais e sociais das sociedades.

Além disso, nota-se que há também o objetivo de esclarecer que as descobertas, no âmbito da ciência, não se dão de maneira puramente individual, e que as teorias, mesmo quando superadas, não são integralmente relegadas.

5.3 Metodologia de aplicação dos textos

De início, é necessário que os participantes façam uma pré-leitura do texto, de maneira individual, com o objetivo de se familiarizar com o mesmo e, se possível, encontrar os pontos principais.

A próxima etapa diz respeito à resolução das questões relacionadas a cada texto histórico. Os textos trazem, em seu conteúdo, discussões acerca dos elementos encontrados nas teorias de Ptolomeu e Copérnico e as divergências existentes entre estas, bem como discussões sobre as influências de fatores extracientíficos na construção, recepção e defesa da obra de Copérnico.

Como um dos objetivos deste trabalho é avaliar a legitimidade da utilização de textos históricos para a compreensão de aspectos relacionados à NdC, serão apresentados na tabela abaixo possibilidades de trabalhar aspectos da NdC a partir do conteúdo histórico encontrado nos textos. Conforme Silva (2010b), Essas informações servirão de subsídio para o professor na próxima etapa.

TEXTO	CONTEÚDOS HISTÓRICOS ABORDADOS	ASPECTOS RELATIVOS À NATUREZA DA CIÊNCIA
Texto 1	Discutir as divergências existentes entre as teorias de Ptolomeu e Copérnico/ Comentar alguns motivos pelos quais as teorias dos dois estudiosos não são aceitas atualmente.	O cientista como um gênio que consegue explicar tudo/ O mito das grandes descobertas individuais/ As ideias de teorias anteriores são abandonadas/ Influência de fatores extracientíficos/ Ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas.
Texto 2	Discutir a influência da Religião e de acontecimentos sociais na recepção da teoria de Copérnico.	Ideias científicas são afetadas pelo meio social e histórico no qual são construídas/ Influência de fatores extracientíficos/A ciência é parte de tradições sociais e culturais.

Quadro 5 - Relação entre o conteúdo histórico dos textos e das possibilidades de discussões relacionadas à Natureza da Ciência.

Segundo Silva (2010b), uma vez que se está tratando de uma estratégia de ensino, é conveniente que, posteriormente, o docente reserve um momento para a discussão das questões em sala.

Em um primeiro momento, é preferível que o professor discuta o texto em si, ou seja, esclareça o conteúdo histórico o qual está sendo trabalhado nos textos, para que em seguida se parta para as questões.

Logo, tomando como base o Quadro 5, o professor irá iniciar as discussões sobre as questões encontradas no final dos textos. Nesse momento, é interessante que o professor tente conflitar as ideias preliminares dos participantes com os aspectos da História da Astronomia encontrados nos textos e suas relações com a NdC.

6 Apresentação e análise dos textos Históricos de Natureza Pedagógica

Texto 1: Ptolomeu e Copérnico: divergências acerca da teoria cosmológica.

O primeiro texto apresenta um tema que costumeiramente é discutido quando se fala em História da Astronomia, seja na Educação Básica, seja no Ensino Superior, qual seja; as divergências entre a teoria geocêntrica de Ptolomeu e a heliocêntrica de Copérnico (ver Apêndice A).

O texto busca, em seu início, apresentar, resumidamente, a vida de cada estudioso, onde nasceram, onde viveram, assim como o contexto social no qual estavam inseridos em suas épocas, suas limitações e seus equívocos. Além disso, são apresentados alguns pontos nos quais as teorias divergiram.

O texto ainda finaliza discutindo sobre a importância das contribuições de muitos outros estudiosos para que se chegasse até a teoria aceita atualmente.

Será iniciada a análise do primeiro texto. Essa atividade contou com 17 participantes. Para que ficasse garantido o anonimato dos participantes, estes serão chamados de P-1, P-2, P-3, e assim por diante. A numeração foi estipulada pelo pesquisador aleatoriamente.

Bem como no tópico de aplicação dos textos, neste, as análises também serão baseadas no trabalho de Silva (2010b). O autor apresenta a análise de cada questão do texto que foi apresentada aos participantes. Essa estratégia será utilizada para a análise dos dois textos.

Questão 1 - Com base no texto acima, você concorda ou discorda da afirmação? Por quê?

“Copérnico, por si só, foi capaz de “provar” a teoria heliocêntrica. Acabando assim com o domínio da teoria geocêntrica de seus antecessores.”

Concordo	0 (0%)
Não concordo	17 (100%)
Total	17 (100%)

Tabela 1 - Respostas à questão 1 do texto 1.

Nessa questão, ocorreu algo curioso, pois houve unanimidade na resposta negativa. Isso foi possível, pois os participantes conseguiram interpretar as ideias que estavam no texto. Alguns deles chegaram até mesmo a transcrever algumas expressões encontradas no mesmo.

Nota-se que os participantes, após a leitura do texto, não confirmaram a ideia do mito das grandes descobertas individuais. Pelo contrário, através das respostas negativas conclui-se que foram totalmente contrários a essa visão distorcida da NdC.

Abaixo, estão destacadas algumas respostas dadas pelos participantes para a primeira questão.

P-4: Não concordo, pois nenhum cientista cria uma teoria sozinho, e a teoria heliocêntrica, como sabemos hoje, teve a contribuição de estudos de outros cientistas, como: Newton, Einstein e Galileu.

P-12: Discordo, pois Copérnico foi bastante criticado, principalmente, pela falta de respostas quando sua teoria era confrontada com a Mecânica de Aristóteles.

Questão 2 - “Quando uma teoria científica supera uma anterior, ela abandona todos os cálculos, dados, observações, experimentos, respostas, etc. desta.” Você concorda ou não com a frase? Comente sua resposta.

Concordo	1 (5,8%)
Não concordo	16 (94,2%)
Total	17 (100%)

Tabela 2 - Respostas à questão 2 do texto 1.

A questão 2 tem relação com uma visão considerada equivocada, pela literatura especializada, sobre a ciência, que um novo paradigma tende a abandonar e subjugar tudo o que era acreditado anteriormente. O texto trata dessa temática quando cita que muito do que Copérnico utilizou em sua obra era encontrado também nos trabalhos de Ptolomeu, como: artifícios matemáticos (epiciclos, deferentes), cálculos de movimentações dos astros, dentre outros.

Percebe-se, nessa questão, que o texto influenciou de forma positiva na opinião dos participantes. A grande maioria respondeu de maneira condizente com o que se considera adequado, pela literatura especializada, a respeito da visão de NdC. Mais uma vez, citaram trechos do texto aos quais se apoiaram para externarem suas ideias, ratificando, assim, a importância deste para a resposta dos participantes.

Em seguida, serão apresentadas respostas dos participantes à segunda questão.

P-12: Concordo, pois um simples erro pode superar uma teoria científica anterior que não deu certo por um erro de cálculo, dados, observações; assim, um erro em uma dessas análises pode ser crucial na relevância de uma teoria científica.

P-13: Não. Para que uma teoria científica supere outra, ela precisa ter como base os cálculos, dados da anterior para poder verificar o que já foi feito de forma errônea ou equivocada.

De acordo com Silva (2010b), embora se tenha observado que os textos realmente influenciaram nas respostas dos participantes, não se deve imaginar que já houve um aprendizado significativo por parte dos mesmos apenas por esses resultados. Entretanto, esse fato pode indicar a relevância da utilização dos textos históricos como uma possibilidade de ferramenta didática para discussões acerca da NdC.

Texto 2: Teoria heliocêntrica: Religião x Ciências.

A discussão trazida no texto dois, apesar de ainda ter como tema principal a teoria de Copérnico e as implicações desta no contexto de sua época, se mostra um pouco diferente da encontrada no texto um. No segundo texto, podem-se encontrar informações que vão além dos debates astronômicos (ver apêndice B).

Esse texto versa sobre uma questão bastante polêmica, a saber: a influência de fatores extracientíficos na publicação e disseminação dos trabalhos de Copérnico. Além disso, o texto irá apresentar alguns argumentos filosóficos que, segundo alguns historiadores da ciência, tiveram influência na maneira que Copérnico concebeu sua teoria.

Há evidências claras que alguns pensamentos do neoplatonismo contribuíram para a construção da sua teoria nos moldes do heliocentrismo. Essa questão, por vários motivos, sobretudo, falta de conhecimento, não é abordada nos debates sobre a revolução copernicana. Essa omissão pode favorecer a ideia de que as descobertas científicas se dão através de *insights*, ou seja, pequenos instantes de genialidade, sem qualquer relação com fatos anteriores, nos quais os estudiosos conseguem deduzir toda sua teoria.

Em relação à influência da Religião nesse contexto, deve-se ter cuidado em afirmar que ela foi responsável por restrições ao trabalho de Copérnico. Na verdade, a Igreja só atuou de forma mais enfática, se opondo ao heliocentrismo, pelo menos 50 anos após a morte do astrônomo prussiano. Informações equivocadas como esta podem encobrir os reais motivos pelos quais, por exemplo, Copérnico atrasou a publicação de sua obra.

Serão iniciadas, agora, as análises das questões referentes ao segundo texto.

Questão 1 - Tomando como base a assertiva de Karl Popper, comente a frase destacada abaixo.

Karl Popper afirmou sobre a natureza estritamente racional da ciência. Para ele, o conhecimento científico não sofre influências de fatores subjetivos e estéticos como, por exemplo: o estado de espírito do cientista, seus desejos, suas visões de mundo, suas preferências estéticas, dentre outras.

“Mesmo não se preocupando com a rejeição da Igreja, a teoria de Copérnico foi publicada praticamente no seu leito de morte, pois ela argumentava que a Terra não seria o centro do mundo. No período que ele viveu, a Inquisição perseguia, chamando de hereges, quem discutisse ideias que entravam em divergência com a tradição bíblica.”

Concordo ⁷	2 (11,76%)
Não concordo	15 (88,24%)
Total	17 (100%)

Tabela 3 - Respostas à questão 1 do texto 2.

A maioria dos participantes respondeu de forma contrária à assertiva de Popper. Os mesmos, após a leitura do texto, entenderam que os cientistas não criam suas teorias tendo apenas os conceitos científicos como base. Nota-se que a leitura atenciosa do texto os ajudou a chegar a essa conclusão, pois em um momento do texto há a apresentação de fatores não científicos que influenciaram Copérnico, como, por exemplo, uma corrente filosófica conhecida como neoplatonismo e a forma como ele percebia o posicionamento dos astros celestes.

Além disso, foi assinalada também pelos participantes a existência de uma preocupação, por parte de Copérnico, de ser ridicularizado por seus pares quando sua obra fosse publicada, uma vez que esta apresentava uma nova maneira de se entender o mundo, mas não explicava, em relação aos pensamentos filosóficos da época, como isso poderia ser verdade. Indicando novamente a crença daqueles na influência de fatores subjetivos nos processos científicos.

Para exemplificar, serão apresentadas algumas respostas dos participantes que foram contra a ideia de Popper.

P-11: Copérnico não se importava com os pensamentos advindos da Igreja, e sim com uma futura rejeição de sua teoria por seus representantes. E, apesar de ter sido perseguido, continuou com sua teoria.

P-13: O conhecimento sofre sim influência de fatores subjetivos dos cientistas, pois sua religião ou a forma de ver certos fenômenos pode influenciar sua pesquisa.

P-4: O conhecimento científico sofre influência de fatores subjetivos sim. Apesar de Copérnico não ter se preocupado com a rejeição da Igreja à sua teoria, a mesma coincide com o pensamento neoplatônico. Copérnico, como outros pensadores daquela época, foram influenciados pelo Renascimento e Reforma Protestante.

No entanto, houve dois participantes que responderam no mesmo sentido do pensamento de Popper. Seus argumentos serão apresentados aqui.

P-1: Copérnico defendeu sua hipótese, pois acreditava no seu trabalho, no seu racional, sem se preocupar com a Santa Inquisição. Ou seja, segundo Popper, ele não sofreu influências subjetivas.

P-17: Copérnico afirmava a sua teoria com base apenas em suas pesquisas e observações, não levava em conta suas crenças ou desejos.

⁷ Os termos “concordo” e “não concordo” utilizados na tabela 3 têm relação com a concordância ou não com as ideias de Popper.

Questão 2 - Durante a construção de sua teoria heliocêntrica, Copérnico foi influenciado por fatores além da ciência, como o movimento renascentista e dificultado por movimentos como a Inquisição e a Reforma Protestante. Você acredita que estes fatos influenciaram na publicação de suas ideias? Por quê?

Esta questão traz à tona uma discussão sobre a influência dos fatores extracientíficos na ciência. A influência desses fatores é dos motivos que mostram a importância de, ao se estudar a história da ciência, dar uma atenção especial ao contexto, no qual, determinadas situações estavam inseridas. A falta de conhecimento sobre esse contexto; seja ele social, econômico, religioso, filosófico, dentre outros, impede, em muitos casos, de se compreender como o encadeamento dos acontecimentos ocorreu.

Sim	15 (88,24%)
Não	2 (11,76%)
Total	17 (100%)

Tabela 4 - Respostas à questão 2 do texto 2.

Os participantes assimilaram a ideia que a ciência faz parte do contexto social e cultural no qual ela está inserida. Como tal, ela sofre influência de vários segmentos da sociedade. Para citar um exemplo no campo econômico, não é possível se pensar em fazer ciência de ponta sem contar com um investimento de capital bastante alto. Logo, percebe-se que esses fatores podem interferir diretamente no modo como os conhecimentos científicos são construídos.

Algumas falas dos participantes esclarecem seus entendimentos acerca da influência dos fatores extracientíficos na publicação da obra de Copérnico.

P-4: Sim. Na sua teoria alguns pontos coincidem com os pensamentos neoplatônicos de que o Sol deveria estar no “meio de todos os assentos”. E, como suas ideias divergiam das ideias defendidas por religiosos, embasados na sagrada escritura, decidiram alterar sua obra, sem sua permissão, para se adequar aos dogmas bíblicos.

P-15: Acredito que esses fatos influenciaram na publicação das ideias de Copérnico, porque, à época, qualquer conhecimento que pudesse por à prova qualquer dogma religioso sofreria perseguição e, em muitos casos, execução.

Houve dois participantes que negaram a influência de fatos, como, o movimento renascentista, a Inquisição e a Reforma Protestante, na publicação da obra de Copérnico.

P-1: Creio que não, pois mesmo sabendo da rejeição da Igreja, sua teoria foi publicada.

P-3: Não, porque ele estava movido por seus desejos, e queria provar sua teoria. Com essas revoluções deram espaços a Copérnico, que pegou embalo das revoluções e tentou expor suas ideias.

É necessário se ter a compreensão que a ciência não é feita individualmente e, dessa forma, a publicação de Copérnico não se restringe somente aos seus pensamentos. Por mais que haja indícios que ele não se incomodou com a possível repreensão, por parte da Igreja, à sua obra, os seus contemporâneos, que acreditaram na sua teoria e a defenderam, trabalharam para que houvesse um maior entendimento entre o heliocentrismo e a Igreja. Portanto, a influência na publicação não diz respeito somente ao seu mentor principal, mas, também, a todos que fizeram parte da construção e disseminação da mesma.

Questão 3 - Com base no texto, comente a frase.

A Ciência é livre para pesquisar sobre qualquer assunto. Mas, em alguns momentos, essa liberdade pode ser cerceada de alguma forma por fatores extracientíficos como: religião, política, economia, sociedade, dentre outros.

Sim ⁸	7 (41,17%)
Não	10 (58,83%)
Total	17 (100%)

Tabela 5 - Respostas à questão 3 do texto 2.

Com essa questão buscou-se compreender o entendimento dos participantes em relação à liberdade da ciência para pesquisar e publicar seus estudos. Conforme o texto da questão, fatores como: religião, política, economia, sociedade, dentre outros, são capazes de interferir no modo como a ciência trabalha? Sim.

Então, percebe-se que a ciência não necessita somente de seus métodos para conseguir progredir, mas é necessário também estar dentro de normas estipuladas por outros seguimentos sociais.

Os participantes, em sua maioria, reconheceram que há, em certos casos, um cerceamento da liberdade da ciência.

P-9: O desenvolvimento da ciência depende de fatores: políticos, responsáveis por investimentos e autorizações, assim também como fatores econômicos, geram recursos para ela e por meio dela; sociedade, esta pode repudiar ou envolver-se nas pesquisas científicas, ambientais, quais impactos serão causados com as pesquisas, etc. A ciência, apesar de livre, mas ela não existe por si só, depende de outros meios para continuar evoluindo.

P-11: Reflete que, apesar de estudos feitos com base em pesquisas, seus feitos só serão aceitos se não forem interferir ou ferir certos dogmas, opiniões, entre outros. Sua liberdade é cerceada no momento em que seus estudos poderiam afetar fatores extracientíficos (sociedade, religião...). Dessa forma, torna-se uma prisão e não liberdade.

⁸ Os termos “Sim” e “Não” utilizados na tabela 5 têm relação com a concordância ou não com a frase inserida na questão 3.

Alguns participantes responderam que a ciência é livre. No entanto, nota-se um paradoxo em suas respostas, pois estas acabam convergindo com a ideia da frase colocada na questão. Eles apontam sobre a liberdade da ciência, mas concordam que, em determinadas situações, ela pode ser limitada por alguns fatores extracientíficos.

Para exemplificar essa controvérsia serão apresentadas algumas respostas de participantes que tenderam a esse tipo de pensamento.

P-6: Sim, podemos dizer que hoje é livre. Mas limitada, pois nem todos têm esse acesso, e existem interpretações precipitadas que deveriam ser repassadas de forma mais clara, causando essa discórdia na sociedade, política, economia e etc. A ciência está sofrendo mudanças e para acompanhar esse ritmo é muito difícil, porque são constantemente bombardeados por informações.

P-13: Concordo, é livre em certas áreas e cerceada, pois vai de encontro a religião ou fatores sociais e políticos. A ciência tem uma liberdade vigiada.

7 Conclusões

Vários trabalhos já apontam que, para que haja uma melhor compreensão sobre a NdC, deve-se buscar, por exemplo, utilizar a história da ciência. Nesse sentido, a literatura especializada também indica que essas abordagens devem ser contextualizadas.

Além disso, os especialistas assinalam que existem, em geral, duas formas de se abordar a NdC: explícita-reflexiva e implícita. Em que a primeira se deixaria bem claro sobre o que se está tratando e para o que se quer que o estudante fixe sua atenção, além de buscar que ele reflita acerca da NdC. A segunda seria uma abordagem na qual o estudante deve perceber e extrair o que, de certa forma, está subentendido no texto, portanto, implícito.

Atualmente, mesmo havendo bastante controvérsia acerca de o que e como se deve ensinar a NdC, alguns autores apontam para a existência de um consenso sobre esse aspecto. Segundo os resultados de pesquisas realizadas por esses estudiosos, a maneira mais eficaz de se discutir a NdC no ensino é através de uma abordagem contextualizada e explícita-reflexiva.

Notou-se, durante a pesquisa, que a utilização da história da ciência como base para construção da ferramenta didática utilizada neste trabalho (os THNP), deve ser feita com bastante cautela, pois se a história da ciência possui várias potencialidades em sua inserção no ensino, se feita de maneira errônea, pode causar danos sérios à visão que se tem, por exemplo, sobre a ciência.

Pode-se concluir, portanto, que ao final de toda pesquisa, os resultados vão de encontro com as ideias defendidas por todas as referências citadas neste trabalho. A utilização de um recorte da história da ciência para contextualizar discussões sobre a NdC se mostrou realmente útil, pois os resultados apontaram para uma melhoria na visão dos participantes sobre alguns aspectos da NdC, os quais foram abordados nos textos.

Não queremos, no entanto, afirmar que, com essa conclusão, defendemos que as discussões a esse respeito devem se encerrar aqui e que a verdade já está posta, muito pelo contrário. Nosso objetivo, com esta pesquisa, não foi o de encontrar uma verdade absoluta, mesmo porque somos sabedores que isto não pertence à prática científica. Nossa finalidade foi, exatamente, verificar e compreender o quanto que a metodologia proposta neste trabalho pode ser útil para a melhoria da abordagem da NdC no ensino de ciências, mas sem inferir que essa é a melhor ou, muito menos, a única forma de se obter êxito.

Agradecimentos

Agradecemos aos árbitros da revista pela minuciosa revisão deste trabalho e suas valiosas sugestões que contribuíram sobremaneira para a melhoria do mesmo.

Referências

ACEVEDO, J. A. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.4, n.2, p.202-225, 2007b.

ACEVEDO, J. A. El estado actual de la naturaleza de la ciencia en la didáctica de las ciencias. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.5, n.2, p.134-169, 2008.

ACEVEDO, J. A. Enfoques explícitos versus implícitos en la enseñanza de la naturaleza de la ciencia. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.6, n.3, p.355-386, 2009.

ACEVEDO, J. A. et al. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: fundamentos de una investigación empírica. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**. v.4, n.1, p.42-66, 2007a.

ACEVEDO, J. A. et al. Mitos das didáticas das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de ciências. **Ciência & Educação**. v.11, n.1, p.1-15, 2005.

BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. Visões sobre a natureza da ciência construídas a partir do uso de um texto histórico na escola média. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciencias**. v.10, n.1, p.1-22, 2011.

CARVALHO, H. R. et al. Contribuições da História e Filosofia da Ciência na formação de professores: um estudo exploratório. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA UNIFOR, 19., 2013, Fortaleza. **Anais ...** Fortaleza, 2013.

CARVALHO, H. R. **A utilização de textos históricos de natureza pedagógica para discussão de aspectos relacionados à natureza da ciência: uma proposta metodológica.** Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências da Natureza), Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2015.

FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. Avaliando a inserção da temática natureza da ciência na disciplina de história e filosofia da ciência para graduandos em física na UFRN. In: PEDUZZI, L. O. Q.; FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, A. F. P. (Org.). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino.** Natal: EdUFRN, 2012. p.155-181.

FORATO, T. C. M. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz.** Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social.** 6. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

LEDERMAN, N. G. Nature of Science: past, present and future. In: ABELL, S.K.; LEDERMAN, N.G (Org.). **Handbook of research of Science Education.** Mahwal: Lawrence Erlball Associates, 2007. p.831-879.

LEDERMAN, N. G. Teacher's understanding of the Nature of Science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. **Journal of Research in Science Teaching**, v.36, n.8, p.916-929, 1999.

MARTINS, A. F. P.; RYDER, J. Há realmente um consenso acerca da Natureza da Ciência no Ensino de Ciências?. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15., 2014. Maresias. **Anais ...** Maresias, 2014.

MARTINS, L. Al-Chueyr P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação.** v.11, n.2, p.305-317, 2005.

MARTINS, R. A. História e História da Ciência: encontros e desencontros. In: CONGRESSO LUSO-BRASILEIRO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA, 1., 2001. **Atas...** Évora: Universidade de Évora, 2001.

MARTINS, R. A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C (Org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências: subsídios para aplicação no ensino.** São Paulo: Livraria da Física, 2006. p.17-20.

PARASURAMAN, A. **Marketing research.** 2. ed. New York: Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

SILVA, B. V. C. A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio: um estudo exploratório. **Latin-American Journal Physics Education.** v.4, n.3, p.620-627, 2010a.

SILVA, B. V. C. **Controvérsias sobre a natureza da luz: uma aplicação didática.** Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências Naturais e Matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2010b.

SILVA, B. V. C. História e Filosofia da Ciência como subsídio para elaborar estratégias didáticas em sala de aula: um relato de experiência em sala de aula. **Revista Ciências & Ideias**. v.3, n.2, p.1-14, 2012a.

SILVA, B. V. C. Textos históricos de natureza pedagógica na formação de professores de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 14., 2012. Maresias. **Anais ...** Maresias, 2012b.

SILVA, B. V. C. et al. As necessidades formativas do professor de ciências ao inserir a História e a Filosofia da Ciência na sala de aula: o uso dos textos históricos de natureza pedagógica. **Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista**. v.4, n.2, p.36-49, 2014.

SILVA, B. V. C.; CARVALHO, H. R.; NASCIMENTO, L. A. A História e Filosofia da Ciência em livros didáticos de ciências: o caso da História da Astronomia no Ensino Fundamental. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 15., 2014. Maresias. **Anais ...** Maresias, 2014.

TEIXEIRA, E. S.; FREIRE JR., O.; EL-HANI, C. N. A influência de uma abordagem contextual sobre as concepções acerca da natureza da ciência de estudantes de física. **Ciência & Educação**. v.15, n.3, p.529-556, 2009.

Artigo recebido em 19/06/2016.

Aceito em 24/04/2017.

APÊNDICE A: Ptolomeu e Copérnico: divergências acerca da teoria cosmológica.

Ao se estudar a história da astronomia, uma discussão que sempre vem à tona é sobre as divergências existentes entre os estudos acerca do mundo, de Cláudio Ptolomeu (90-168) e Nicolau Copérnico (1473-1543).

Ptolomeu nasceu provavelmente no Alto Egito, vivendo praticamente quase toda sua vida em Alexandria. Viveu na antiguidade e, dessa forma, não teve o privilégio que os cientistas atuais têm de poderem observar os céus com equipamentos avançados que proporcionam visualizações mais concretas e exatas de como tudo ocorre no cosmos. Esse é um dos motivos que, só por não serem mais aceitos, os modelos de nossos antepassados não podem ser ridicularizados. Na verdade, eles são frutos de muitos estudos e de muito esforço.

Atualmente pode-se ter a impressão que os estudos de Ptolomeu são elementares. Mas isso é um equívoco, pois, para a época dele, o seu trabalho dava conta de explicar perfeitamente a maioria dos fenômenos que podiam ser vistos da Terra. E é dessa forma que se deve entender a construção do conhecimento científico, levando em conta, por exemplo, os instrumentos disponíveis de cada período, os anseios de determinada sociedade e o que de fato o estudioso, influenciado por todas essas variáveis, poderia descobrir.

Perceba, por exemplo, a diferença entre os instrumentos usados atualmente e os usados por Ptolomeu.



Figura 1- Astrolábio



Figura 2 - Telescópio Hubble

Astrolábio: Instrumento naval antigo usado para determinar a posição dos astros no céu.
Telescópio espacial Hubble: Foi lançado ao espaço, pela NASA, em 24 de abril de 1990. Através dele foi possível ampliar enormemente o alcance de nossas observações. Permitido observar galáxias muito mais distantes e em detalhes.



Na época de Ptolomeu, a principal preocupação dos estudiosos era de “salvar as aparências”, ou seja, dar uma explicação, principalmente geométrica (pois era o ramo da matemática mais evoluído daquele período) de como ocorriam os eventos vistos aqui da Terra. Mas não só isso. Ptolomeu escreveu um trabalho, matematicamente, bastante complexo e sólido para conseguir demonstrar como os corpos celestes, que eram conhecidos, se moviam. Não é por acaso que seus estudos perduraram por mais de doze séculos.

Ptolomeu se baseou em seus cálculos e em observações simples do céu para construir seu principal trabalho, *O Almagesto*, pois a experimentação na astronomia daquela época, diferentemente de hoje, era muito difícil, sobretudo, pela falta de instrumentos adequados. A partir de seus estudos ele se apropriou de um modelo que tinha Aristóteles (384 a.C-322 a.C) como principal defensor e já vinha sendo aceito há bastante tempo, o geocêntrico. Que consiste na afirmação que a Terra se mantém estática no centro do mundo e, tanto os planetas como a Lua e o Sol, giravam em torno dela.

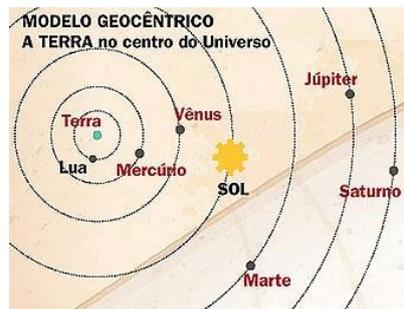
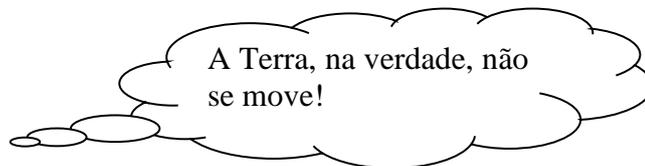


Figura 3 - Modelo geocêntrico.

É importante destacar que mesmo na época de Aristóteles já havia pensadores que iam contra suas ideias. Aristarco de Samos (310 a.C-230 a.C), por exemplo, já propunha que o Sol estava parado e a Terra era quem se movia.

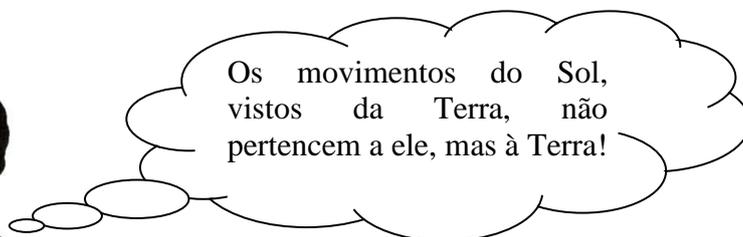
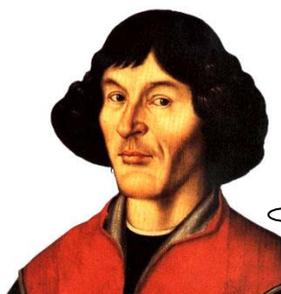


Claudio Ptolomeu



Copérnico viveu no século XVI, este período ficou marcado pelo Renascimento e pela Reforma Protestante. Justamente, nesta época, esses movimentos estavam em seus ápices, ou seja, ele viveu em um momento de muitas mudanças na Europa. Ele próprio foi um dos responsáveis pelo início de uma mudança no campo da Astronomia.

Copérnico, ao contrário de Ptolomeu, não acreditava que a Terra se mantinha estática. Para ele, os movimentos, por exemplo, do Sol, que podiam ser observados da Terra não pertenciam a ele.

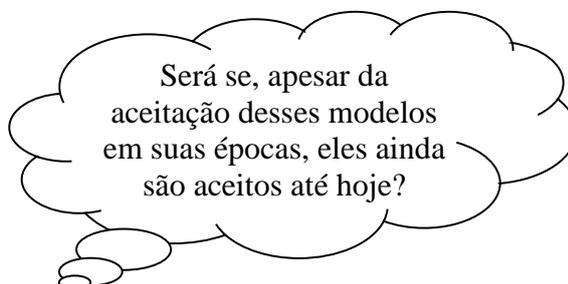


Nicolau Copérnico

Dessa maneira, ele criticava o modelo geocêntrico e apoiava o modelo heliocêntrico.



Figura 4 - Modelo heliocêntrico.



Não, nem o modelo proposto por Copérnico tampouco o proposto por Ptolomeu são aceitos atualmente tal qual foram pensados. Ptolomeu, por exemplo, se equivocou ao afirmar que a Terra estava estática no centro de tudo. Hoje, já se sabe que a Terra possui dois movimentos: translação, em torno do Sol e rotação, em torno de si mesma.

Copérnico também foi bastante criticado, principalmente, pela falta de respostas quando sua teoria era confrontada com a Mecânica de Aristóteles. Ele

acreditava que conseguiria simplificar a teoria de Ptolomeu, mas ao final de sua obra principal, *De Revolutionibus*, percebeu que não conseguiu alcançar esse objetivo. Apesar de não concordar com Ptolomeu na ideia central de sua teoria, ele confiava bastante, por exemplo, em alguns artifícios matemáticos que estavam inseridos na obra do mesmo.

Portanto, apesar da teoria heliocêntrica ser a adotada atualmente por todo mundo, a teoria proposta por Copérnico foi muito alterada, mantendo sua ideia central com os planetas orbitando o Sol, para que fosse realmente aceita e revolucionasse a astronomia.

Por qual motivo a teoria de Copérnico não conseguiu a aceitação de todos na sua época?

Um dos principais motivos era que a teoria desenvolvida por Copérnico, assim como a de Ptolomeu, dava conta de “salvar as aparências”, mas, contudo, não se adequava à Mecânica Aristotélica aceita na época.



Como assim não se adequava a Mecânica

Explicando...



Em relação à afirmação de que a Terra girava Copérnico não conseguia explicar, fisicamente, o porquê de não sermos atirados para fora da mesma, como ocorre num carrossel em rotação ou o porquê, por exemplo, de uma pedra retornar às nossas mãos quando atirada para cima.



Essas explicações só puderam ser dadas aproximadamente dois séculos depois de Copérnico. Se as lacunas de sua teoria foram cobertas é porque ele pôde contar com as contribuições ulteriores de estudiosos como Johannes Kepler, Galileu Galilei e Isaac Newton. Sem dúvida eles modificaram sobremaneira a teoria de Copérnico, mas também foram responsáveis pela consolidação da ideia central de sua teoria: o heliocentrismo.

QUESTÕES

1. Com base no texto acima, você concorda ou discorda da afirmação? Por quê?

“Copérnico, por si só, foi capaz de “provar” a teoria heliocêntrica. Acabando assim com o domínio da teoria geocêntrica de seus antecessores.”

2. “Quando uma teoria científica supera uma anterior, ela abandona todos os cálculos, dados, observações, experimentos, respostas, etc. desta.” Você concorda ou não com a frase? Comente sua resposta.

3. Você concorda com a afirmação abaixo:

“Os conhecimentos científicos, ao serem construídos ou contestados, dependem ‘exclusivamente’ de argumentos científicos.”

APÊNDICE B: Teoria heliocêntrica: Religião X Ciência

Por volta do século XV, a Europa passava por grandes mudanças que refletiram dos mais distintos modos em toda a sociedade. O Renascimento e a Reforma Protestante, por exemplo, influenciaram vários pensadores daquela época, e Nicolau Copérnico (1473-1543) foi um deles.

Ele parece realmente ter se entusiasmado pelas correntes renascentistas, sobretudo, a neoplatônica. Isso fica claro em alguns pontos da sua teoria, pois estes coincidem com os pensamentos neoplatônicos. Além disso, sabe-se também que ele teve contato com essas ideias através de alguns professores que seguiam essa linha de pensamento.



Mas em relação a que as ideias de Copérnico se aproximavam do neoplatonismo?



Explicando...

Por exemplo, os neoplatônicos afirmavam que através da matemática se poderia chegar à natureza essencial de Deus. Mas não só isso, para eles, a divindade fecunda era representada pelo Sol, e este deveria está no “meio de todos os assentos”. Percebe-se, assim, uma possível aproximação das ideias defendidas pelo neoplatonismo em sua época e a sua própria teoria.



A ideia de se retirar a Terra do centro de tudo fez com que alguns estudiosos, após Copérnico, chegassem a conclusões que divergiam das ideias defendidas pelos religiosos embasados na Sagrada Escritura. De acordo com a Bíblia, o homem deveria estar no centro de tudo, pois esse seria o local adequado à sua natureza ímpar como a imagem de Deus. Logo, a Terra também. Copérnico não se preocupava com a rejeição, por parte da Igreja, de sua teoria. Na verdade, ele temia as críticas de seus pares a respeito das deficiências da teoria.



“O sol se levanta e o
sol se põe
e depressa volta
ao lugar de onde se
levanta.”
Eclesiastes 1:5

A própria obra de Copérnico foi alterada, sem a sua permissão, para se adequar aos dogmas bíblicos. Andreas Osiander (1498-1522), um teólogo luterano, participou da edição do livro de Copérnico e inseriu na mesma um prefácio ilegítimo e anônimo no qual sugeria usar o sistema matemático do livro sem advogar o movimento físico da Terra.

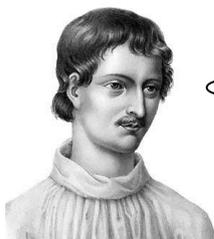
Copérnico não consegue defender sua posição, pois já estava muito doente e o ano da publicação do livro coincide com o da sua morte.



“Sempre acreditei que as hipóteses
não são artigos de fé, mas bases
para cálculos: de modo que não
importa que sejam falsas, desde
que esses últimos reproduzam
exatamente as aparências dos
fenômenos.”

Trecho do prefácio inserido por Andreas Osiander ao *De Revolutionibus Orbium Coelestium* de Nicolau Copérnico.

Alguns estudiosos como, por exemplo, Giordano Bruno (1548-1600), concluíram que assim como o nosso Sol, haveria várias outras estrelas com vários outros planetas revolteando à sua volta, e que, também, não se poderia fechar os olhos para uma possível existência de vida naqueles planetas.



Com a existência de outros planetas orbitando outras estrelas, é possível a existência de vida nos mesmos!

Giordano Bruno

Isso colocava tanto a Terra, que teria sido criada por Deus exclusivamente para os seres humanos, como os próprios humanos em um segundo plano. Essas afirmações foram consideradas uma heresia pela Igreja, e esta fez questão de tentar censurar, através da Santa Inquisição, os estudiosos que defendiam a teoria de Copérnico.



O que seria essa Santa Inquisição?



Explicando...

A Santa Inquisição foi uma espécie de tribunal criado pela Igreja na Idade Média para condenar os heréticos.



Dois exemplos claros são: a obra na qual Copérnico defendia sua teoria foi censurada por muitos anos e, estudiosos foram condenados à morte. O próprio Giordano Bruno, em 1600, foi condenado à fogueira e Galileu Galilei (1564-1642), em 1610, além de negar seus estudos ainda foi condenado a uma espécie de prisão domiciliar pelo resto da vida.



Podem me queimar, mas ainda acredito na existência de outros sistemas solares e até mesmo de vida em alguns planetas!

Giordano Bruno sendo queimado após condenação por heresia.



Galileu, você deverá negar seus estudos e permanecer preso em sua casa pelo resto da vida!

Galileu Galilei sendo julgado pela Santa Inquisição.

QUESTÕES

1. Tomando como base a assertiva de Karl Popper, comente a frase destacada abaixo.

Karl Popper afirmou sobre a natureza estritamente racional da ciência. Para ele, o conhecimento científico não sofre influências de fatores subjetivos e estéticos como, por exemplo: o estado de espírito do cientista, seus desejos, suas visões de mundo, suas preferências estéticas, dentre outras.

“Mesmo não se preocupando com a rejeição da Igreja, a teoria de Copérnico foi publicada praticamente no seu leito de morte, pois ela argumentava que a Terra não seria o centro do mundo. No período que ele viveu, a Inquisição perseguia, chamando de hereges, quem discutisse ideias que entravam em divergência com a tradição bíblica.”

2. Durante a construção de sua teoria heliocêntrica, Copérnico foi influenciado por fatores além da ciência, como o movimento renascentista e dificultado por movimentos como a Inquisição e a Reforma Protestante. Você acredita que estes fatos influenciaram na publicação de suas ideias? Por quê?
3. Com base no texto, comente a frase.

A Ciência é livre para pesquisar sobre qualquer assunto. Mas, em alguns momentos, essa liberdade pode ser cerceada de alguma forma por fatores extracientíficos como: religião, política, economia, sociedade, dentre outros.

MEDICIÓN DE DISTANCIA A LA LUNA CON TELESCOPIO Y CÁMARA DIGITAL EN UNA NOCHE

*Néstor A. Olivieri*¹
*Eduardo E. Rodríguez*²

Resumen: En la introducción del concepto de medición en cursos de física y astronomía básicos, las mediciones astronómicas suelen reducirse a ejemplos de orden de magnitud. Por otro lado, son habituales los enfoques descriptivos, que no ponen en contacto a los alumnos con instrumentos o con los objetos de estudio. Por el contrario, este trabajo muestra cómo se pueden usar un telescopio de aficionados y una cámara digital estándar para tomar imágenes de la Luna y a partir de ellas obtener la distancia al satélite. La técnica se basa en un sencillo análisis de correlación de dos imágenes tomadas desde un mismo lugar con intervalo de algunas horas. La pequeña variación del tamaño angular de la Luna debido al hecho de que la distancia Luna-observador varía al rotar la Tierra se puede poner en evidencia y sirve para obtener los datos básicos para deducir la distancia al satélite.

Palabras clave: distancia a la Luna; fotografía digital; análisis de correlación.

MEDIDA DE DISTÂNCIA À LUA COM TELESCÓPIO E CÂMERA DIGITAL EM UMA NOITE

Resumo: Na introdução do conceito de medida em cursos de física e astronomia básicos, as medidas astronômicas costumam reduzir-se a exemplos de ordem de magnitude. Por outro lado, são habituais abordagens descritivas que não colocam os alunos em contato com instrumentos ou com os objetos de estudo. Pelo contrário, este trabalho mostra como pode ser usado um telescópio amador e uma câmera digital padrão para obter imagens da Lua, e a partir delas calcular a distância ao satélite. A técnica baseia-se em uma simples análise da correlação entre duas imagens captadas desde um mesmo local com intervalo de algumas horas. A pequena variação do tamanho angular da Lua devida ao fato de que a distância Lua-observador varia com a rotação da Terra pode-se pôr em evidência e serve para obter os dados básicos para deduzir a distância ao satélite.

Palavras-chave: distância à Lua; fotografia digital; análise de correlação.

MEASURING THE DISTANCE TO THE MOON WITH A TELESCOPE AND A DIGITAL CAMERA IN ONE- NIGHT OBSERVATION

Abstract: When the concept of measurement is introduced in basic physics and astronomy courses, astronomical measurements are often reduced to examples of order-of-magnitude. On the other hand, there are descriptive approaches that do not put in contact the students with the instruments or with the objects of study. On the contrary, this work shows how an amateur telescope and a standard digital camera can be used to take images of the Moon, and obtain the distance to the satellite from them. The technique is based on a simple correlation analysis between two images taken from the same place with interval of some hours. The small variation in the angular size of the Moon due to the fact that the Moon-observer distance varies when the Earth rotates can be put in evidence, and serves to obtain the basic data to deduce the distance to the satellite.

Keywords: Moon distance; digital photography; correlation analysis.

¹ Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina.
E-mail: <nolivier@ungs.edu.ar>.

² Instituto de Industria, Universidad Nacional de General Sarmiento (UNGS), Argentina.
E-mail: <erodrigu@ungs.edu.ar>.

1 Introdução

La observación de la Luna ha fascinado a la humanidad desde siempre y este interés ha incluido tanto al hombre común como a científicos. Apenas nacida la era espacial, este interés se manifestó en una exitosa carrera por alcanzarla, un hecho que sin duda puede reeditarse pronto con nuevos actores. Sin embargo, persisten cuestiones que despiertan el interés en cursos básicos de física o astronomía: fases, tamaño, distancia o su curiosa topografía. La literatura educativa se ha hecho eco de algunas de estas cuestiones para ofrecer algunas respuestas (DERMAN, 2000; PELLIZA et al, 2014).

Este artículo presenta un método para medir la distancia Tierra-Luna. La propuesta contribuye a afianzar el concepto de medición en los primeros cursos de física en el campo astronómico que es muy poco abordado con experiencias metrológicas. Muchas veces el alumnado se ve limitado al contacto con datos de tablas de distancias sin tener idea de los procedimientos que se han usado para calcularlas.

El método usado requiere de dos fotografías de la Luna tomadas desde una misma localidad pero con unas horas de diferencia. La rotación terrestre produce que la distancia entre el observador y la Luna cambie varios miles de kilómetros durante ese lapso. Esto tiene como consecuencia esperable un cambio en el tamaño angular que se aprecia en las imágenes fotográficas. Este hecho, adecuadamente analizado mediante el estudio de las imágenes, permite efectuar una triangulación que posibilita la determinación de la distancia. El método ha sido usado en dos épocas diferentes del año, bajo condiciones orbitales y de observación también distintas.

Lo descrito en el párrafo anterior es conceptualmente sencillo pero para los estudiantes puede ser la oportunidad de experiencias nuevas y enriquecedoras. Para muchos de ellos un telescopio o la formación de imágenes en una cámara no son más que esquemas de lentes y marcha de rayos en alguna pizarra de una clase de óptica. Se les da aquí la oportunidad de entrar en contacto directo con estos instrumentos y manejarlos: dirigir el telescopio al astro, realizar el enfoque, regular sensibilidad y tiempo de exposición de la cámara para conseguir imágenes claras que luego examinarán con detalle, etc. Por otro lado, deberán integrar todo esto con algunas cuestiones básicas de movimiento de cuerpos celestes y a la vez con una geometría no abstracta que tiene un propósito experimental bien definido, como es la triangulación a la cual nos referimos inmediatamente.

Se trata pues de un importante procedimiento para determinar distancias astronómicas. Esta técnica permite hallar la posición de un astro situado en el vértice de un triángulo del cual se conocen las medidas de dos ángulos y un lado (la línea de base). En la variante que se describe en este trabajo, se necesita conocer un ángulo, la longitud de la línea de base y la razón entre los lados restantes de triángulo.

Existen métodos de triangulación que utilizan el paralaje y que pueden incluso tomar el fondo estelar como referencia. Con ellos se ha estimado la distancia a la Luna (LOUGH et al, 2006; CENADELLI et al, 2009; PAOLANTONIO; PINTADO, 2006). Estos métodos requieren de dos observadores coordinados y situados a miles de kilómetros entre sí con el objeto de contar con una gran línea de base. Por el contrario, la propuesta aquí desarrollada no requiere de la coordinación de observadores lejanos y puede ser llevada a cabo por un solo observador con telescopio y cámara fotográfica.

Otro método que efectúa la medición desde un único lugar utiliza posiciones angulares de la Luna medidas con un sextante a diferentes horas (CELNIKIER, 1983). Sin embargo, aquí no se ofrecen datos experimentales que permitan ponderar la precisión de esta técnica. Nuestro método prescinde de la medición de ángulos y usa, en cambio, el conteo de píxeles en imágenes digitales usando software de fácil acceso.

Otras propuestas requieren de fotografías para ubicar la Luna en el fondo estelar (CENADELLI et al., 2009; PAOLANTONIO; PINTADO, 2006); para medir parámetros de su órbita (SARTON, 1980); para deducir su velocidad orbital alrededor de la Tierra (HUGHES, 2006); y, recientemente, para estimar su distancia (PELLIZA, 2014) basándose en la ubicación del centro y bordes de las imágenes. En nuestro caso, la obtención de imágenes claras y detalladas de la accidentada superficie lunar es esencial para llevar a cabo un análisis de correlación que mejora la exactitud de la medición y permite estimar su incertidumbre. Por otro lado, el análisis queda complementado con consideraciones sobre los posibles efectos de la refracción atmosférica y la libración lunar. Además, el método se abstrae de condiciones especiales de observación (movimiento radial y declinación constante) de nuestra propuesta preliminar (OLIVIERI; RODRÍGUEZ, 2010) de manera que aumenta el número de días en los cuales la experiencia es realizable.

2 Equipos y observaciones

Hemos usado un telescopio reflector newtoniano de 200 mm de apertura y 1000 mm de distancia focal. La cámara utilizada es una réflex Canon 350D de 8 Mpx de resolución. El conjunto permite distinguir detalles en la superficie lunar, que son necesarios para llevar a cabo la medición. Las fotografías fueron obtenidas a foco primario de manera que la imagen producida por el espejo principal se forma directamente sobre el sensor de la cámara. Dado que la Luna es un objeto muy brillante que fácilmente puede saturar una imagen fotográfica, se realizaron dos ajustes: reducción del tiempo de exposición a 1/500 segundos y baja de la sensibilidad a ISO 100.

Las imágenes que se utilizaron fueron tomadas desde la localidad de José C. Paz, localidad situada 30 km al NE de la ciudad de Buenos Aires. Las coordenadas del sitio son: latitud 34° 30' sur y longitud 58° 45' oeste (GOOGLE EARTH).

En cada noche se tomaron un par de fotografías separadas por un intervalo de unas cinco horas. Una de estas imágenes es siempre la correspondiente al pasaje de la Luna por el meridiano local, ya que en esta posición se minimiza la distancia al observador y el satélite se observa con un mayor tamaño angular, a la vez que se simplifica la geometría del problema.

Las figuras 1a y 1b muestran las imágenes obtenidas días después del plenilunio el 10 y 11 de febrero de 2012. La primera fotografía de la hora 22:54 captó a la Luna sobre el meridiano (Luna cercana) a una altura de 62° sobre el horizonte. La segunda imagen corresponde a la hora 03:49 con la Luna descendiendo (Luna lejana) a una altura de 18° sobre el horizonte.

Durante la segunda observación, dada en luna llena los días 6 y 7 de abril de 2012, la primera imagen se obtuvo a la hora 20:05 con una Luna ascendiendo a unos 19° (figura 1c) en tanto que la imagen correspondiente a la posición meridiana se sacó a la 01:12 a una altura de 67° (Figura 1d).



Figura 1 - a) y b) imágenes de la Luna obtenidas durante la noche del 10 y 11 de febrero de 2012; c) y d) imágenes obtenidas en la noche del 6 y 7 de abril de 2012.

Fuente: Fotografías de los autores.

En un análisis preliminar se advierte una variación del diámetro de la imagen entre dos fotografías consecutivas, que alcanza entre los 20 y 25 píxeles sobre un total de unos 1500. Esta diferencia se debe al cambio de tamaño angular del satélite debido a la variación de la distancia al observador, como consecuencia de la rotación de la Tierra.

3 Método

La figura 2 muestra la geometría asociada al método en una vista desde el polo sur. Se trata de resolver el triángulo cuyos vértices son la Luna, el punto A y el punto B. La rotación terrestre lleva al observador desde A hasta B en el intervalo aproximado entre fotografías, unas 5 horas. El punto señalado como O es el centro del paralelo terrestre que contiene los puntos de observación A y B, y el círculo determinado por tal paralelo se halla representado en color gris. El círculo exterior marcado en línea punteada indica el ecuador terrestre.

Debemos señalar que los triángulos ABO y ABL en general no son coplanares, como parecen serlo en la figura. Es útil hacer notar que ambos triángulos comparten el lado AB. Un desplazamiento de ABL fuera del plano que contiene a ABO puede pensarse como una rotación de unos grados del citado ABL en torno al lado común AB. Esta rotación no modifica al propio AB, tampoco al ángulo β ni a la relación entre los lados R_A y R_B , por lo que es válido aplicar en este caso una formulación sencilla basada en la figura 2.

La Luna no está estática y sigue una órbita elíptica. Además, sus variaciones de declinación hacen que los puntos extremos de R_A y R_B no siempre coincidan exactamente en L. Realizaremos una aproximación de órbita circular dejando en claro las condiciones bajo las cuales dicha aproximación es procedente y permite salvar las dificultades señaladas.

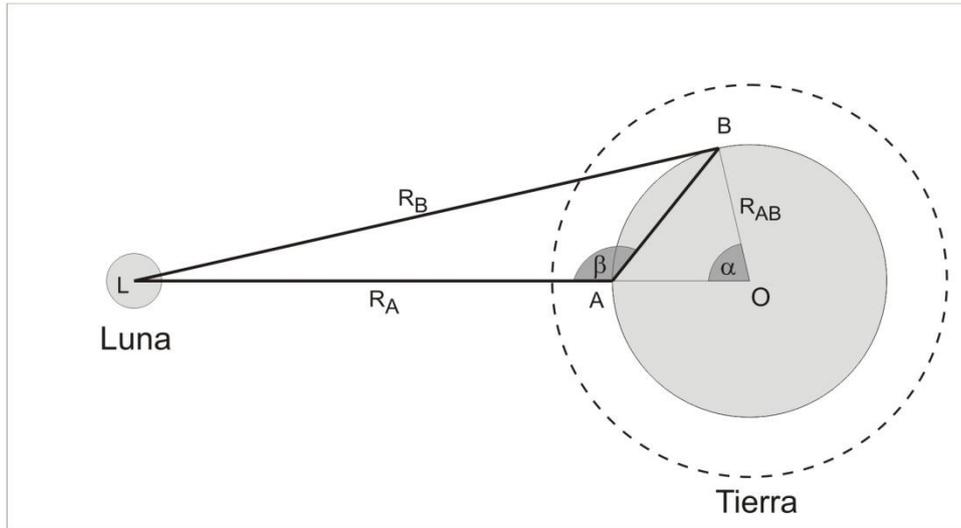


Figura 2 - Observación de la Luna por el observador que pasa desde la posición A hasta la posición B debido a la rotación terrestre. Desde ambos puntos se fotografía la Luna, que cambia su tamaño angular por la variación de distancia entre R_A y R_B . Los ángulos β y α y la cuerda AB dependen del giro de la Tierra y completan los datos necesarios para resolver el triángulo ALB.

Fuente: Gráfico de los autores.

La esencia del método es una triangulación que se hace posible gracias a un análisis de la información de las imágenes obtenidas.

Si planteamos el teorema del coseno para el triángulo ABL de la figura 2 tenemos:

$$R_B^2 = R_A^2 + AB^2 - 2R_A AB \cos \beta. \quad (1)$$

Esta ecuación tiene como incógnitas R_A y R_B , mientras que los valores del lado AB y el ángulo β se pueden conocer independientemente, como mostraremos.

Para relacionar R_A y R_B , es necesario considerar el ángulo δ subtendido por la Luna (figura 3) y su variación según la distancia. Dado que se trata de un ángulo pequeño ($\delta \approx 0.5^\circ$), vale la expresión

$$\delta \approx \frac{d}{R} \quad (2)$$

Para los puntos A y B la ecuación (2) se particulariza en las siguientes ecuaciones:

$$\delta_A = \frac{d}{R_A} \quad (2a) \quad \delta_B = \frac{d}{R_B} \quad (2b)$$

donde δ_A y δ_B son los tamaños angulares de la Luna vistos desde A y B, respectivamente.

Estas variaciones de tamaño angular producen variaciones en el tamaño de la imagen, lo cual significa cambios en la cantidad de píxeles que la Luna ocupa en una

dada foto. Tenemos entonces que el tamaño angular es proporcional al número de píxeles de la imagen:

$$\delta = k N \quad (3)$$

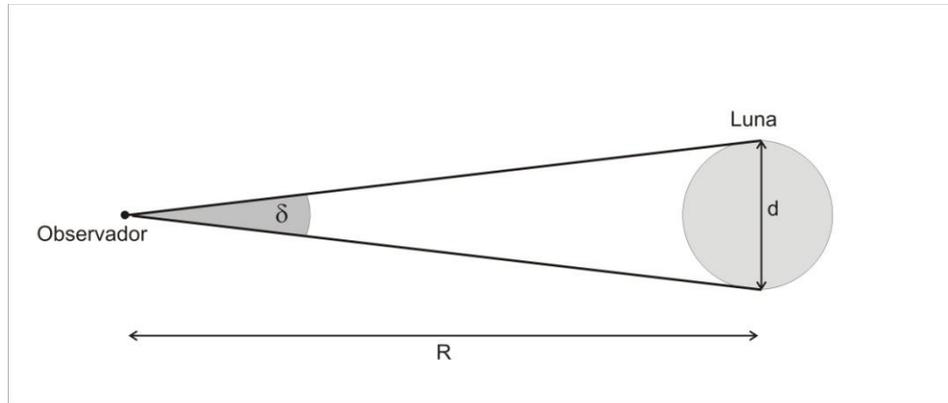


Figura 3 - Ángulo δ subtendido por la Luna vista por un observador desde la superficie terrestre.

Fuente: gráfico de los autores.

En la ecuación (3) N es el número de píxeles ocupado por la Luna y k es el factor de conversión entre píxeles y tamaño angular δ . Por otro lado, la ecuación (3) para A y B a su vez se particulariza para las posiciones A y B:

$$\delta_A = k N_A \quad (3a) \quad \delta_B = k N_B \quad (3b)$$

Siendo N_A y N_B el número de píxeles de la imagen lunar desde A y B, respectivamente.

De las ecuaciones (2a) y (2b) se obtiene:

$$\delta_A R_A = \delta_B R_B \quad (4)$$

Sí relacionamos (3a), (3b) y (4) resulta inmediata la relación entre distancias y píxeles:

$$\frac{R_B}{R_A} = \frac{N_A}{N_B} \quad (5)$$

La razón N_A/N_B obtenible a partir de las imágenes nos proporciona la relación entre las distancias R_B y R_A .

Cabe señalar que la relación N_A/N_B , tal como lo muestra el desarrollo precedente, es una razón entre los diámetros de la Luna en las imágenes obtenidas. Sin embargo, la misma razón N_A/N_B debe cumplirse también para las distancias en píxeles entre cualquier par de puntos homólogos en ambas fotografías como, por ejemplo, dos cráteres. De esta forma se puede aprovechar mejor la información de las fotografías y sobre esta base se trabaja más adelante en la Sección 3. Análisis de imágenes.

Las ecuaciones (1) y (5) contienen como incógnitas las distancias a la Luna desde A y desde B, en tanto el ángulo β y el lado AB se pueden calcular teniendo en cuenta el radio y la rotación terrestre entre las dos tomas fotográficas.

El ángulo β se relaciona con α mediante la expresión $\beta = 90^\circ + \alpha / 2$. Por su lado, α es el ángulo que rotó la Tierra en el paso de A a B menos el pequeño ángulo de avance de la Luna hacia el este debido a su movimiento orbital. Tenemos entonces:

$$\alpha = \omega_T t - \omega_L t \quad (6)$$

Aquí t es el intervalo entre observaciones, $\omega_T = 0.2626 \text{ h}^{-1}$ es la velocidad angular de rotación terrestre, y $\omega_L = 0.00958 \text{ h}^{-1}$ es la velocidad angular media de la Luna en su órbita en torno a la Tierra. El uso de esta velocidad media para estimar el avance hacia el este de la Luna es una buena aproximación si las comparamos con datos obtenidos de sitios especializados (NAVAL OCEANOGRAPHY PORTAL) o mediante programas libres como Winstars 1.0 o Stellarium (WINSTARS; STELLARIUM), de modo que ambas formas de calcular resultan adecuadas.

El lado AB (cuerda que separa las posiciones de observación) se calcula como:

$$AB = 2 \sin\left(\frac{\alpha}{2}\right) R_{AB} \quad (7)$$

donde R_{AB} es el radio del paralelo del lugar de observación. Tenemos entonces: $R_{AB} = R_T \cos(\lambda)$, con un radio terrestre $R_T = 6371 \text{ km}$ y la latitud local λ .

4 Análisis de las imágenes

Las fotografías poseen una rica información sobre la topografía lunar que nos servirá para obtener la importante relación N_A/N_B . Para ello, seleccionamos pares de puntos notables como pueden ser bordes de cráteres o sus picos centrales, y usando el programa Microsoft(R) Paint determinamos las coordenadas en píxeles de los puntos elegidos.

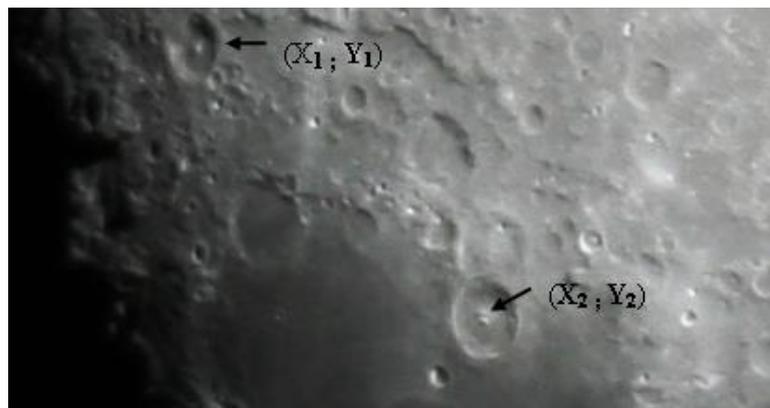


Figura 4 - Sector ampliado de una de las fotografías obtenidas de la Luna. Se aprecia el nivel de detalle obtenido y se señala un par de puntos notables. La distancia en píxeles entre ellos es esencial para el análisis de las imágenes.
Fuente: Imagen de los autores.

En la Figura 4 se señalan las coordenadas $(x_1; y_1)$ y $(x_2; y_2)$ de un par de puntos notables. La distancia en píxeles entre ellos es $[(x_2 - x_1)^2 + (y_2 - y_1)^2]^{1/2}$. Si reiteramos el procedimiento con los mismos puntos de la superficie lunar pero utilizando la

segunda fotografía (correspondiente a la Luna más cercana) veremos que la distancia en píxeles entre ellos es mayor, aproximadamente en un 1 %.

Estas variaciones de distancia angular son bastante pequeñas y susceptibles de ser aleatoriamente afectadas por la turbulencia atmosférica. Debido a ello se ha trabajado con un conjunto de pares de puntos situados a diferentes distancias y ubicados en distintos puntos de la superficie.

En base a los datos obtenidos se estimó la correlación entre los puntos correspondientes a las imágenes de la Luna en posición cercana y en posición lejana.

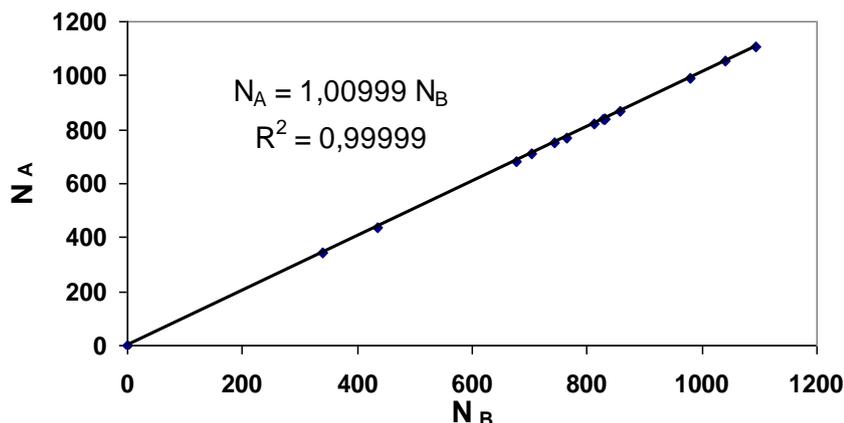


Gráfico 1 - Correlación de las distancias entre pares de puntos homólogos para las dos observaciones de febrero. N_B corresponde a la distancia en píxeles con la Luna lejana (posición B) y N_A corresponde a la distancia en píxeles entre los mismos pares de puntos para la luna lejana (posición A).

Fuente: Gráfico elaborado con datos obtenidos por los autores.

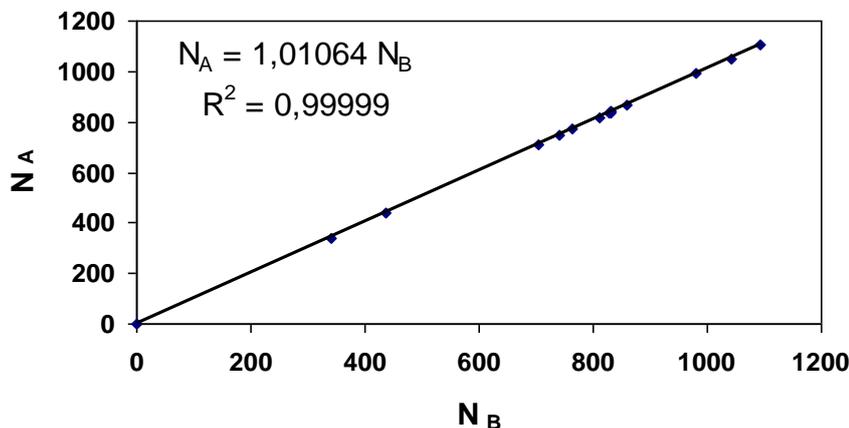


Gráfico 2 -Gráfico 2: Correlación de las distancias entre pares de puntos homólogos para las dos observaciones de abril. N_B corresponde a la distancia en píxeles entre pares de puntos con la Luna lejana (posición B) y N_A corresponde a la distancia entre los mismos pares de puntos para la luna lejana (posición A).

Fuente: Gráfico elaborado con datos obtenidos por los autores.

Los resultados de los gráficos precedentes muestran una esperable relación de proporcionalidad entre las distancias en píxeles de los puntos homólogos de ambas

imágenes. Las pendientes de las rectas obtenidas por regresión proporcionan el cociente N_A/N_B . Tenemos entonces:

$$\frac{N_A}{N_B} = 1.00999 \pm 0.00029 \quad \text{Observación de febrero}$$

$$\frac{N_A}{N_B} = 1.01064 \pm 0.00085 \quad \text{Observación de abril}$$

5 Cálculos de distancias

De las ecuaciones 4 y 5 obtenemos la ecuación cuadrática en R_A :

$$R_A^2 \left[\left(\frac{N_A}{N_B} \right)^2 - 1 \right] + 2 AB \cos(\beta) R_A - AB^2 = 0 \quad (8)$$

La solución para el caso de febrero resulta:

$$R_A = 367153 \text{ km}$$

La propagación del error de la pendiente nos conduce a un rango de distancias que va desde 356542 km a 378893km, lo cual representa un error aproximado del 3%.

Para estimar la distancia al centro de la Tierra R_{CT} , y dada la altura de la Luna sobre el meridiano, podemos directamente sumar el radio terrestre (esta aproximación difiere del valor exacto en sólo pocos centenares de kilómetros que son despreciables comparados con los errores ya mostrados). Obtenemos entonces:

$$R_{CT} = 373523 \text{ km}$$

La distancia proporcionada por el programa Winstars para esta ocasión es 368030 km, de modo que la estimación realizada está 1.4 % encima del valor exacto.

De igual forma obtenemos la distancia para el caso de abril:

$$R_{CT} = 372626 \text{ km}$$

que resultó un 3.8 % mayor que el valor exacto de 358836 km. En este caso, el error de la distancia se situó en torno al 10 %, probablemente debido a una mayor turbulencia atmosférica durante esa noche.

6 Discusión

El análisis desarrollado supone que la única causa de la variación del tamaño angular de la Luna se debe al alejamiento o acercamiento del observador debido a la rotación terrestre. Sin embargo, puede haber otros factores distintos a las turbulencias citadas y que contribuyan a esa variación.

Uno de ellos es la refracción que hace aparecer a los astros a mayor altura, más notablemente en cercanías del horizonte. En posiciones bajas, los bordes superior e inferior de la Luna sufrirían una refracción diferencial que achataría verticalmente la imagen.

No hemos podido detectar tal fenómeno en el análisis de las fotos del satélite a baja altura. De todas maneras, hemos usado fórmulas de refracción atmosféricas (LEHN, 2005; THOMAS y JOSEPH, 1996) para estimar el orden de la contracción vertical para la Luna situada a unos 18° o 19° de altura, que son las posiciones más bajas captadas y que sufren el mayor efecto de la refracción. Utilizamos la tabla del trabajo de Thomas para calcular el achatamiento de la imagen lunar. Para 18° y 19° corresponden valores de desviación por refracción de 2.9 y 2.8 minutos de arco, respectivamente, que tienen entre sí una escasa diferencia de 6 segundos de arco. Pero dado que nuestro satélite muestra un tamaño angular aproximado de 0.5° , se puede estimar mediante una interpolación lineal la variación de altura entre los bordes superior e inferior en aproximadamente 3 segundos de arco, bastante menor comparado con los cerca de 1800 segundos del tamaño lunar total. Para ponderar este efecto en las imágenes con las cuales hemos trabajado, consideramos una relación de 0.8 pixeles/segundo. Los 3 segundos de diferencia calculados representan unos 2.5 pixeles en la fotografía. Este valor es casi 10 veces menor que la variación del tamaño del diámetro lunar efectivamente observada y, por otro lado, se halla prácticamente en el límite de resolución del equipo utilizado. En síntesis, la estimación de la deformación de la imagen a las alturas bajas con las que trabajamos muestra, para este caso, el papel secundario de la refracción en la variación de distancia entre pares de puntos de la superficie lunar.

Otro factor a considerar es la libración diurna (MULHOLLAND; SILVERBERG, 1971) que permite al observador ver (o dejar de ver) puntos muy cercanos al borde lunar y esto se debe al simple hecho de que la rotación terrestre le cambia la perspectiva (Figura 5).

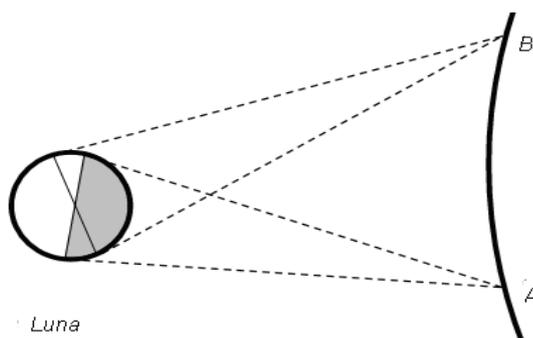


Figura 5 - Libración diurna de la Luna.
Fuente: Gráfico de los autores.

Las regiones situadas hacia los extremos este u oeste de la Luna son las candidatas evidentes para mostrar el efecto. No hemos observado diferencias notables en nuestras imágenes al examinar los bordes mencionados. Es probable que esto se deba al escaso lapso entre fotografías.

El fenómeno en unas 12 horas produce, según los datos, sólo 1° de libración, pero nuestra observación lleva 5 horas y en ese lapso más corto el desplazamiento de

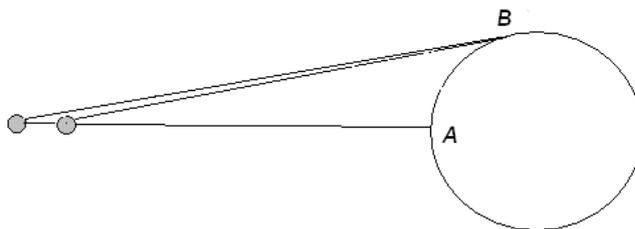
puntos extremos se situaría en 1-2 píxeles. Concluimos entonces que la libración juega un papel marginal en el análisis de imágenes con las que trabajamos.

Por otro lado, tenemos una cuestión distinta a las anteriores. Sabemos que la Luna tiene una órbita elíptica alrededor de la Tierra. Sin embargo, el movimiento radial puede ser despreciado ya que no puede ser detectado por el dispositivo en las 5 horas que requiere el método. Para ver esto consideremos una observación desde el punto A (figura 6a) que presenta las mejores condiciones para detectar una variación de tamaño debida a un movimiento radial. Llamamos R_d a la distancia de la Luna lejana, R_c a la distancia de la Luna cercana y N_d y N_c a los respectivos tamaños de las imágenes (en píxeles). Tenemos entonces, de acuerdo con (5):

$$\frac{R_d}{R_c} = \frac{N_c}{N_d}$$

Para el caso de febrero la distancia radial disminuyó de 368142 km a 368030 km (-112 km) y en abril esta distancia aumentó de 358837 a 358850 km (+13 km). En el caso de mayor movimiento radial (febrero) y para un tamaño de imagen de unos 1500 píxeles, hemos calculado una variación menor que 1 píxel. Desde el punto B sólo se percibe una proyección de ese movimiento radial, por tanto la estimación precedente es aún menor.

(a)



(b)

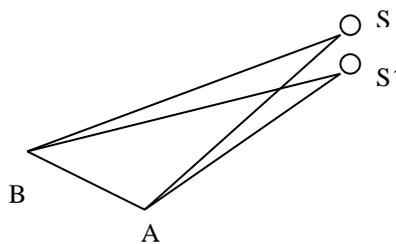


Figura 6 - Efectos sobre el tamaño de la imagen:

a) Movimiento radial de la Luna, b) Declinación lunar.

Fuente: Gráficos de los autores.

Finalmente, consideramos la variación de declinación que se da durante la segunda estimación de distancia: la Luna no conserva la posición S (figura 6a) para la triangulación sino que se desplaza hacia S' y los planos que contienen los triángulos ABS y ABS' forman un ángulo de alrededor de 1°. Sin embargo, si el movimiento radial del satélite se encuentra dentro del rango discutido previamente, resultará que los dos

triángulos en cuestión son iguales y su resolución es equivalente. En la práctica esto significa que la triangulación es procedente en ambos casos. Adicionalmente, la resolución de este par de triángulos no coplanares (pero iguales y compartiendo el lado AB) justifica el uso de la figura 2 como base geométrica del método.

7 Conclusiones

Los resultados muestran que es posible calcular la distancia a la Luna con confiable precisión tomando un par de fotografías en un intervalo de pocas horas. Pensamos que cualquier estudiante interesado en esta tarea astronómica y que cuente con un telescopio y una cámara puede realizar la experiencia. Fotografiar la Luna es relativamente fácil debido a su gran luminosidad. El método requiere de imágenes fotográficas instantáneas por lo que no se necesita una montura motorizada para seguimiento de astros.

Por otro lado, el procesado de imágenes es sencillo y se puede llevar a cabo con programas de amplia difusión; además las imágenes en sí resultan un material de trabajo atractivo dada la riqueza de accidentes en la superficie de nuestro satélite. Con respecto a los cálculos, el uso de álgebra elemental y trigonometría básica permite que la experiencia sea accesible incluso para alumnos de nivel secundario.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido posible gracias al apoyo del Proyecto UNGS-IDEI 30/4077.

Referencias

CELNIKIER L. M. Weighing the Earth with a sextant. **American Journal of Physics**, v.51, n.11, p.1018-1020, 1983.

CENADELLI D. et al. An international parallax campaign to measure distance to the Moon and Mars. **European Journal of Physics**, v.30, p.35-46, 2009.

DERMAN S. Aristarchus at you service. **The Physics Teacher**, v.38, p.574-575, 2000.

GOOGLE EARTH. Disponible en: <<http://earth.google.com/>>.

HUGHES, S. W. Measuring the orbital period of the Moon using a digital camera. **Physics Education**, v.41, n.2, p.144-150, 2006.

LEHN, W. H.; VAN DER WER, S. Atmospheric refraction: a history. **Applied Optics**, v.44, n.27, p.5624-5636, 2005.

LOUGH T.; KELLIE A.; HEE K. Determining the instantaneous distance to the moon by direct triangulation. **European Journal of Physics**, v.27, p.1121-1132, 2006.

MULHOLLAND J. D.; SILVERBERG, E. C. Measurement of physical librations using laser retroreflectors. CONFERENCE ON LUNAR GEOPHYSICS, October 18-21, 1971, Kluwer Academic Publishers.

NAVAL OCEANOGRAPHY PORTAL. Disponible en: <<http://aa.usno.navy.mil/data/docs/geocentric.php>>.

OLIVIERI, N.; RODRÍGUEZ, E.E. Reunión Nacional de Física AFA 2010, Disponible en: <http://95rnf.afa.webfactional.com/tex_files/Resumenes/EF/olivieri.pdf>.

PAOLANTONIO, S.; PINTADO, O. I. Astronomy at school: Measurement of Earth-Moon distance. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia, RELEA**, n.3, p.7-18, 2006.

PELLIZA, L. J. et al. An experiment to measure the instantaneous distance to the Moon. **American Journal of Physics**, v.82, n.4, p.311-314, 2014.

SARTON, E. J. Measuring the Moon's orbit. **The Physics Teacher**, v.18, n.7, p.504-509, 1980.

STELLARIUM. Disponible en: <<http://www.stellarium.org>>.

THOMAS, M. E.; JOSEPH, R. I. Astronomical refraction. **John Hopkins apl technical digest**, v.17, n.3, 1996.

WINSTARS 1.0. Disponible en: <<http://www.winstars.net/english/index.html>>.

Artigo recebido em 25/11/2016.

Aceito em 10/03/2017.

CONSTRUÇÃO DE UM MODELO DIDÁTICO REPRESENTATIVO PARA VISUALIZAÇÃO DE FASES DA LUA E ECLIPSES

*Diego Soares Amorim*¹

Resumo: Visando a exploração de diferentes recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem, para superar a metodologia tradicional de aulas, propõe-se a construção e utilização de um experimento de demonstração, também chamado de experimento de cátedra, que consiste em um modelo didático do sistema Sol-Terra-Lua, associado à utilização de um computador para auxiliar a visualização de fases da Lua e eclipses solares e lunares. Uma breve exposição das principais fases da Lua e eclipses é desenvolvida. O resultado obtido após a construção do modelo é bastante satisfatório e a combinação de sua utilização com o computador pode auxiliar potencialmente na compreensão, por parte dos estudantes, dos fenômenos abordados por dá-los a possibilidade de observação e reflexão a partir dos dois pontos de vista: como observadores na Terra e como observadores externos.

Palavras-chave: Ensino de Astronomia; Fases da Lua; Eclipses.

CONSTRUCCIÓN DE UN MODELO DIDÁCTICO PARA LA VISUALIZACIÓN DE FASES DE LA LUNA Y ECLIPSES

Resumen: Con el objetivo de explorar diferentes recursos didáticos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y para superar la metodología tradicional de las clases, se propone la construcción y el uso de un experimento de demostración, también llamado experimento de cátedra, que consiste en un modelo didáctico del sistema Sol-Tierra-Luna, asociado al uso de un ordenador para ayudar en la visualización de fases de la Luna y los eclipses solares y lunares. Una breve exposición de las principales fases de la Luna y los eclipses es desarrollada. El resultado obtenido después de la construcción del modelo es bastante satisfactorio y la combinación de su uso con la computadora puede potencialmente ayudar en la comprensión por parte de los estudiantes de los fenómenos abordados, dándoles la posibilidad de observación y reflexión desde los dos puntos de vista: como observadores en la Tierra y como observadores externos.

Palabras clave: Enseñanza de la astronomía; Fases de la Luna; Eclipses.

CONSTRUCTION OF A DIDACTIC MODEL FOR VISUALIZATION OF MOON PHASES AND ECLIPSES

Abstract: Aiming at the exploration of different didactic resources in the teaching-learning process, and to overcome the traditional methodology of classes, it is proposed the construction and use of a demonstration experiment, also called a desktop experiment, which consists of a didactic model of the Sun-Earth-Moon system, associated with the use of a computer to aid the visualization of phases of the Moon and solar and lunar eclipses. A brief exposition of the main phases of the moon and eclipses is developed. The result obtained after the construction of the model is quite satisfactory and the combination of its use with the computer can potentially help the students understanding of the phenomena approached by giving them the possibility of observation and reflection from two viewpoints: as observers on Earth and as external observers.

Keywords: Astronomy teaching; Moon phases; Eclipses.

¹ Bacharel e licenciado em Física pela Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, IGCE, Rio Claro, Brasil. E-mail: <d.iego_sa@hotmail.com>.

1 Introdução

A Astronomia é uma das ciências mais antigas e, desde a Antiguidade, a observação de fenômenos astronômicos como os eclipses lunares e solares impressiona e até causa medo (REIS; GARCIA; BALDESSAR, 2012). Atualmente, é sabido que a ocorrência de eclipses nada mais é que o resultado de posições relativas específicas entre Sol, Terra e Lua. Desde a Antiguidade os povos já tinham a capacidade de prever a ocorrência desses fenômenos e, com o avanço da Astronomia e da tecnologia, tais previsões têm se tornado cada vez mais exatas. Mesmo depois da compreensão e das previsões dos eclipses, sua beleza ainda impressiona a todos.

Um pouco menos impressionante a quem observa, mas não menos importante para a Astronomia, é a compreensão das fases da Lua. Neste artigo serão abordadas questões como as posições relativas entre Sol, Terra e Lua em cada fase da Lua, além das fases da Lua nas quais podem ocorrer eclipses.

Por outro lado, Pedrochi e Neves (2005) argumentam que este tema se encontra abandonado nos currículos de física e ciências. Segundo Trogello, Neves e Silva (2015), no âmbito do ensino de Astronomia na educação básica, a demanda dos estudantes, que se mostram interessados e curiosos sobre esses conteúdos (FILHO; SARAIVA, 2004 apud TROGELLO; NEVES; SILVA, 2015), não é atendida. Esse déficit em relação à demanda pode ser resultado, ao menos em parte, da exaustiva utilização de aulas expositivas, sem exploração de diferentes recursos didáticos que auxiliam em aspectos importantes do processo de ensino-aprendizagem como a contextualização, visualização do fenômeno exposto, tornando o assunto menos abstrato, e despertar nos estudantes o interesse e a curiosidade, que, segundo Bachelard (1996), é o início de qualquer conhecimento.

Neste sentido, é proposta uma atividade que integra a utilização de experiência de cátedra, na qual a responsabilidade pelo manuseio dos materiais é do professor, e do emprego da Tecnologia de Informação e Comunicação (TIC). Segundo Ferreira (1978), os principais objetivos de uma experiência de cátedra são ilustrar e ajudar a compreensão das matérias desenvolvidas nas aulas teóricas, tornar o conteúdo interessante e agradável e desenvolver a capacidade de observação e reflexão dos estudantes. Ferreira (1978) também argumenta que esse tipo de experiência é mais motivadora a quem realiza (professor) do que a quem observa (estudantes), mas mesmo motivando inicialmente o professor, podem haver reflexos positivos na aprendizagem dos estudantes (ARRIGONE; MUTTI, 2011).

A conciliação entre experiência de cátedra e uso de um computador para projeção de imagens pode trazer ainda mais vantagens para o processo de ensino-aprendizagem, pois com a experiência de cátedra, apesar de o professor manusear os materiais, o foco do processo passa a ser a experiência e não mais a figura do professor, propiciando um momento de grande interação entre professor e estudantes e entre os estudantes. Segundo Fiolhais e Trindade (2003), a interatividade é uma das características essenciais da utilização de multimídias.

2 Fases da Lua

A Lua apresenta quatro fases principais:

- Nova: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está praticamente toda invisível para um observador na Terra. A Lua está entre o Sol e a Terra, porém não necessariamente alinhada com os dois outros corpos, ou seja, não está cruzando o plano da Eclíptica² (plano da órbita da Terra em torno do Sol).
- Quarto Crescente: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está em sua metade visível para um observador na Terra. O seguimento de reta que une Sol, Terra e Lua forma um ângulo reto.
- Cheia: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol está totalmente visível para um observador na Terra. A Terra está entre o Sol e a Lua, porém a Lua, assim como em sua fase Nova, não exatamente alinhada com os dois outros astros.
- Quarto Minguante: nesta fase a posição relativa entre Sol, Terra e Lua é tal que a face da Lua iluminada pelo Sol (que corresponde à metade não iluminada em sua fase Quarto Crescente) está em sua metade visível para um observador na Terra. O seguimento de reta que une Sol, Terra e Lua forma um ângulo reto.

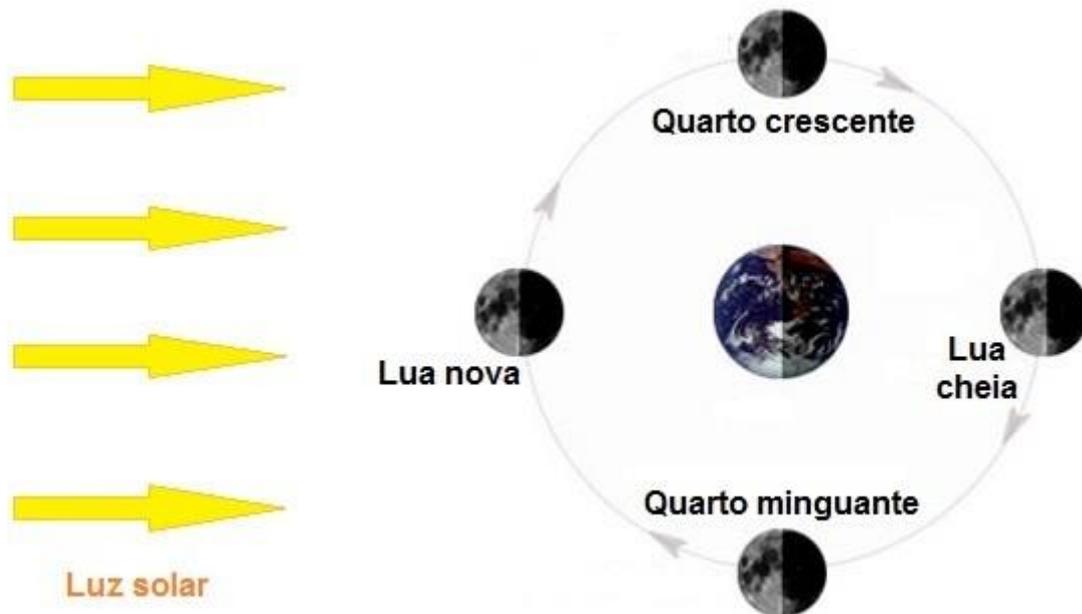


Figura 1 - As quatro principais fases da Lua.
Fonte: (CAVALCANTE, 2017) com edição.

² A origem do nome 'Eclíptica' está relacionada aos eclipses, que só ocorrem quando a Lua cruza o plano da órbita terrestre.

3 Eclipses

Entre eclipses lunares e solares, ao todo são seis tipos. Três deles são lunares e três solares. Os eclipses lunares podem acontecer somente na Lua Cheia, quando a Terra está entre o Sol e a Lua. Já os eclipses solares podem acontecer somente na Lua Nova, quando a mesma está entre o Sol e a Terra. Eclipses lunares e solares têm uma característica em comum: para ocorrerem, a Lua precisa estar no plano da Eclíptica, ou próxima dele.

O plano da órbita da Lua em torno da Terra tem uma inclinação de aproximadamente $5,2^\circ$ com relação à Eclíptica, por isso, para os eclipses ocorrerem, é necessária a combinação das duas condições mencionadas acima (fase e posição ideais).

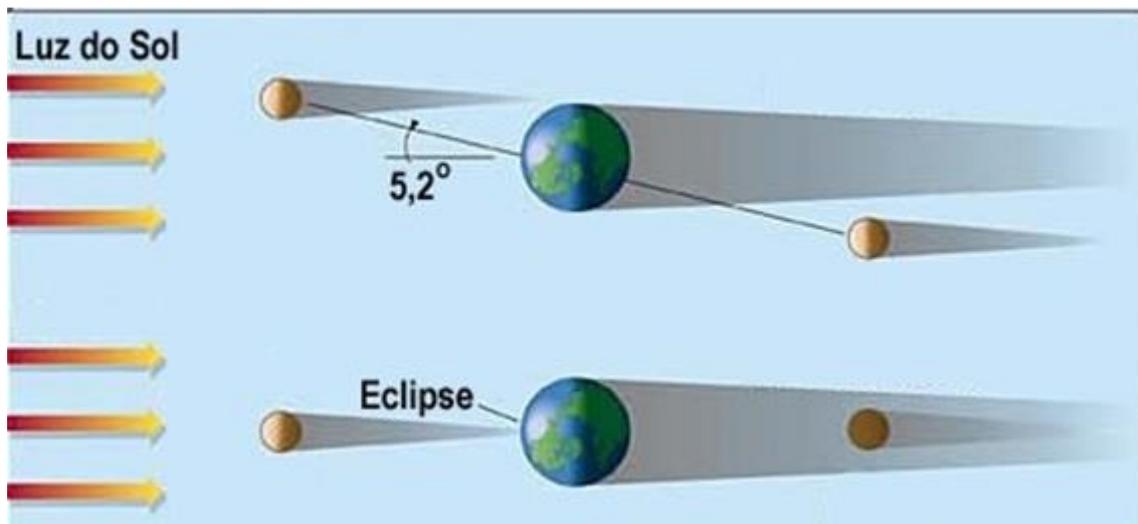


Figura 2 - Inclinação da órbita lunar.

Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017).

Se as órbitas da Terra e da Lua fossem coplanares, então a cada ciclo lunar teríamos um eclipse lunar e um solar. Considerando a inclinação da órbita da Lua em relação à Eclíptica, eclipses solares e lunares ocorreriam duas vezes ao ano, a cada seis meses, porém isso não acontece devido à precessão da órbita da Lua, que dura aproximadamente 18,6 anos, intervalo de tempo denominado Período de Saros.

3.1 Eclipses lunares

- Eclipse lunar penumbral: quando a Lua Cheia passa pela penumbra da Terra. Neste tipo de eclipse a Lua não está no plano da Eclíptica, podendo estar pouco acima ou pouco abaixo. O eclipse lunar penumbral é imperceptível a olho nu.
- Eclipse lunar parcial: quando parte da Lua Cheia passa pela umbra da Terra e outra parte passa apenas pela penumbra. Neste tipo de eclipse a Lua ainda não está exatamente no plano da Eclíptica, mas bastante próxima, cruzando a eclíptica já quando não está na fase Cheia.
- Eclipse lunar total: quando toda Lua Cheia entra na umbra da Terra. Quando isso ocorre, a mesma está exatamente sobre a Eclíptica, ou seja, Sol, Terra e Lua estão exatamente numa mesma linha reta em certos casos.

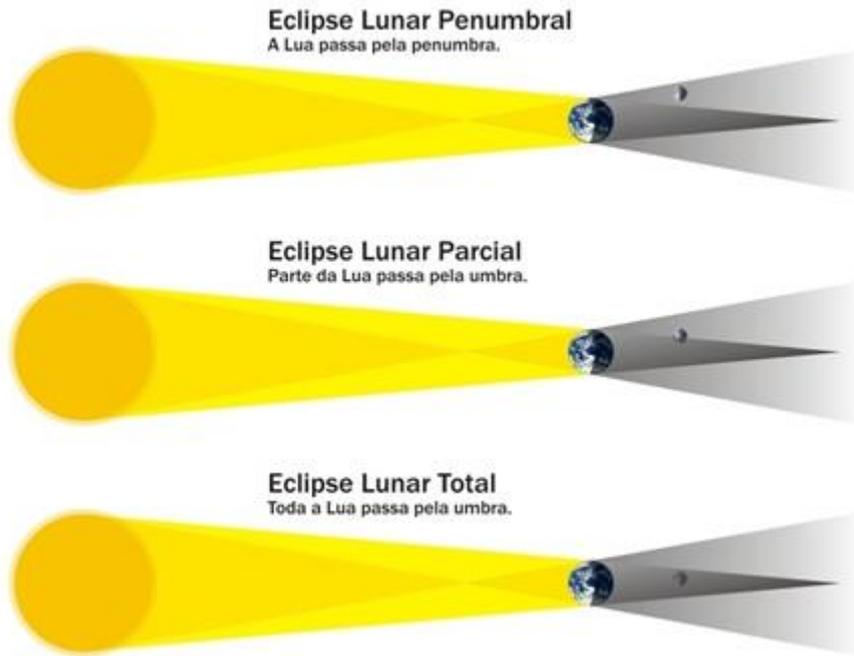


Figura 3 - Representação esquemática dos eclipses lunares.
Fonte: (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2017).

3.2 Eclipses solares

- Eclipse solar parcial: quando a penumbra projetada pela Lua passa pela Terra. Neste tipo de eclipse apenas parte do Sol é ocultada pela Lua. Quanto mais próximo um observador estiver da umbra da Lua, maior é a parte do Sol ocultada pela Lua.
- Eclipse solar anular: quando o vértice da umbra projetada pela Lua não atinge a Terra. Neste tipo de eclipse apenas a borda externa do disco solar fica visível. A espessura da borda pode variar um pouco. Quanto mais próximo um observador estiver do vértice da umbra projetada pela Lua, menor é a espessura da borda visível do Sol. Para ocorrer o eclipse solar anular, o diâmetro aparente da Lua deve ser menor que do Sol, ou seja, a mesma precisa estar próxima de seu apogeu, ponto da órbita em que a Lua está mais afastada da Terra.
- Eclipse solar total: quando a umbra projetada pela Lua passa pela Terra. Neste tipo de eclipse o Sol é completamente ocultado pela Lua. Para ocorrer o eclipse solar total, o diâmetro aparente da Lua deve ser, pelo menos, o mesmo que o do Sol, ou seja, a mesma precisa estar distante de seu apogeu, ou seja, quanto mais próxima de seu perigeu maior será seu tamanho aparente.

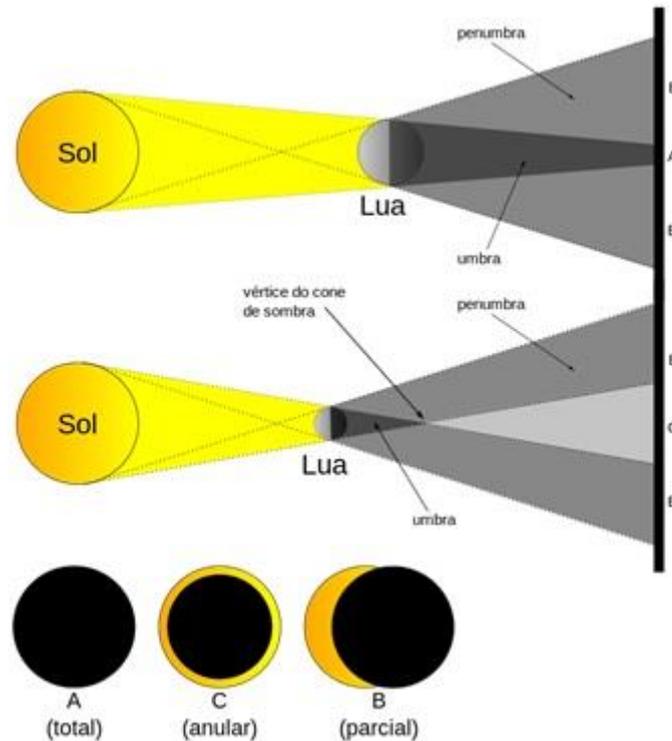


Figura 4 - Representação esquemática dos eclipses solares.
Fonte: (ECLIPSE, 2017).

Ainda há o chamado eclipse solar híbrido, uma combinação de eclipse solar anular e total, quando a curvatura da Terra faz com que o eclipse seja observado como total em uma região e anular em outras. É observado como total na região em que a Terra está fisicamente mais próxima da Lua, portanto na umbra projetada pela Lua. Por outro lado, é observado como anular nas regiões onde, devido à curvatura da Terra, estão fisicamente menos próximas da Lua.

4 Montagem do experimento

Para a montagem do experimento, são necessários os seguintes materiais:

- Um globo terrestre oco e de plástico com aproximadamente 8,8 cm de diâmetro (encontrado em papelarias);
- Uma *webcam*, modelo simples, encontrado por aproximadamente R\$20,00;
- Estilete;
- Fita adesiva;
- Um pedaço de arame rígido, com aproximadamente 30 cm;
- Uma ripa de madeira com, aproximadamente, 1 cm de espessura, 5 cm de largura e 20 cm de comprimento com um furo próximo à sua extremidade (o arame deve se encaixar sem folgas);
- Uma borracha em formato cilíndrico;
- Um bastão de vidro ou plástico transparente e rígido (cerca de 4 cm menor que o pedaço de madeira);

- Uma esfera branca de aproximadamente 4 cm de diâmetro (pode ser de isopor, de desodorante tipo *roll-on*);
- Cola do tipo epóxi líquida;
- Uma lâmpada incandescente de 60 W com plugue para tomada;
- Uma luminária esférica de aproximadamente 15 cm de diâmetro;
- Um computador para capturar as imagens da câmera web (*webcam*), ou seja, nele é necessário ter instalado um programa de controle da *webcam* (por exemplo o *Windows Movie Maker*).

Primeiramente, em relação aos aparatos que ficam juntos ao modelo da Terra no experimento, o globo terrestre é aberto ao meio com o estilete. Em seguida a *webcam* é desmontada, pois são utilizados apenas o circuito e a lente. O próximo passo é fazer um buraco no globo terrestre de modo que a câmera da *webcam* fique encaixada sem folgas e uma segunda abertura pequena também é necessária para a passagem do cabo USB. O globo é então fechado utilizando fita adesiva.



Figura 5 - Modelo terrestre com a câmera webcam e cabo USB acoplados.

Fonte: o autor.

Em relação aos aparatos que ficam juntos ao modelo da Lua, primeiro encaixa-se o arame no furo da madeira. Em seguida, faz-se um furo longitudinal na borracha, de modo que esta corra pelo arame. Com auxílio do estilete, um segundo furo, agora transversal, é feito na borracha de modo que o bastão de vidro se encaixe (o bastão não deve atravessar a borracha, assim o furo longitudinal fica livre para encaixar no arame). Em seguida, fixa-se o bastão de vidro na borracha com a cola epóxi. Na outra extremidade do bastão, também com a cola epóxi, fixa-se a esfera branca.

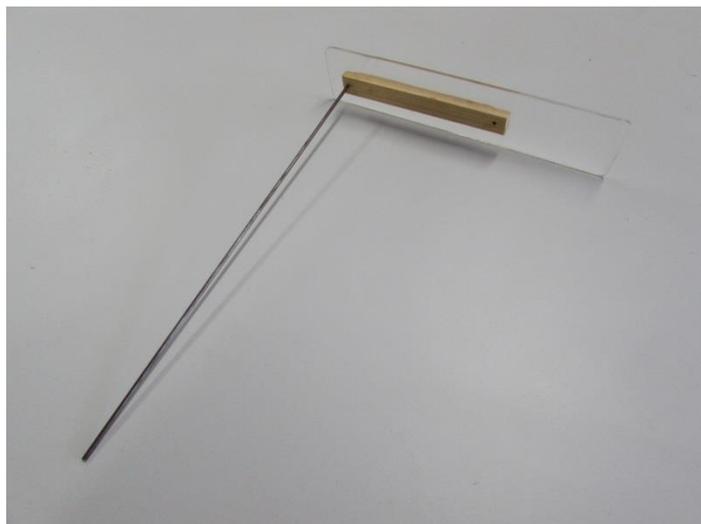


Figura 6 - Montagem do suporte para fixar o modelo da Lua.
Fonte: o autor.

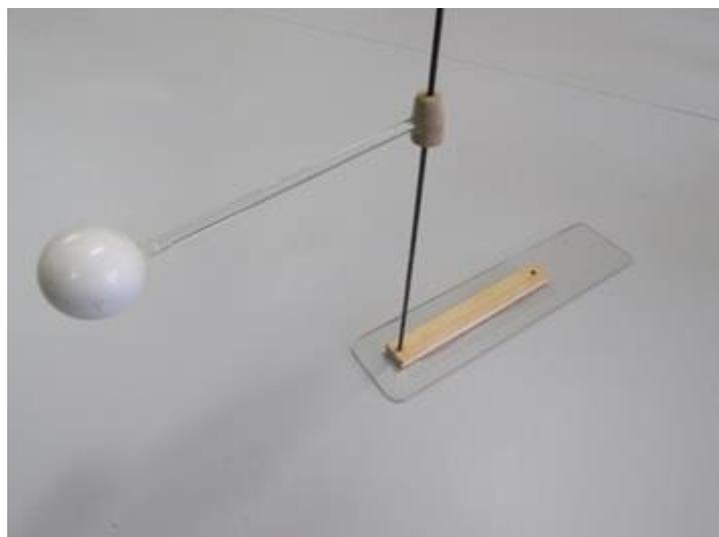


Figura 7 – Suporte e modelo da Lua acoplados.
Fonte: o autor.

Para o modelo do Sol o procedimento é bem mais simples. Basta ligar a lâmpada na tomada e pôr a luminária sobre ela.

Para realizar este experimento, basta conectar o cabo USB da *webcam* no computador, escurecer o ambiente onde se pretende fazê-lo e posicionar Sol, Terra e Lua de acordo com cada fase da Lua e/ou eclipse.

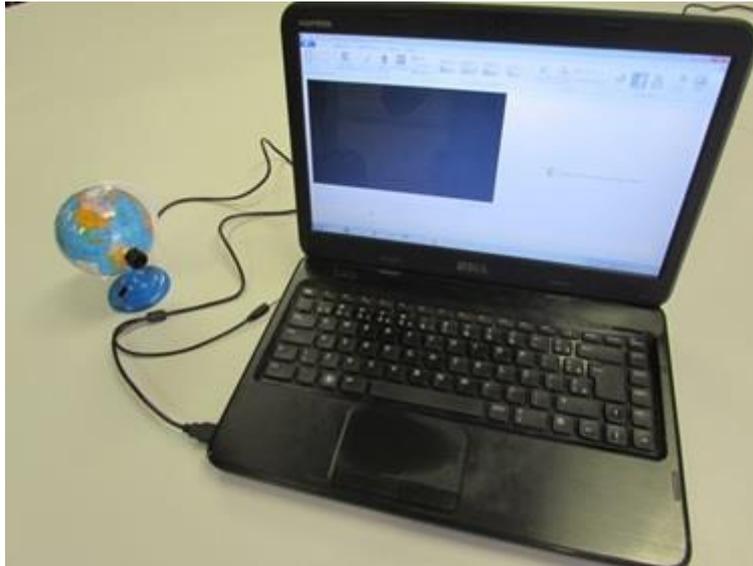


Figura 8 - Modelo da Terra acoplado no computador para captura de imagens e/ou vídeos.

Fonte: o autor.



Figura 9 - Sistema Sol-Terra-Lua durante realização do experimento.

Fonte: o autor

5 Utilização didática

Ao utilizar este experimento associado ao uso do computador, deve-se enfatizar que as dimensões, tanto dos corpos celestes, quanto das distâncias envolvidas, não estão em escalas relativas. Caso contrário, o professor corre o risco de passar aos estudantes uma ideia errada sobre o Sistema Solar.

Para todos os estudantes conseguirem visualizar as fases da Lua e eclipses, o professor deve avaliar se é necessário rearranjar a disposição das cadeiras e carteiras na sala. Se tiver disponível um *datashow* para ligá-lo ao computador, pode ser útil, porém a sala ficará menos escura. Isso pode ser solucionado com um pedaço de tecido preto para utilizá-lo de modo que a imagem da *webcam* na projeção tenha o fundo preenchido pelo mesmo.

Feitas as preparações mencionadas, o professor começa a exposição das posições das fases da Lua e, em seguida, dos eclipses. Sempre buscando a participação ativa dos estudantes, isto é, um padrão de interação multilateral (ARRIGONE; MUTTI, 2011), pois, como já foi mencionado, o momento de utilização do experimento é propício para deslocar da figura do professor o foco do processo de ensino-aprendizagem.

Diversas imagens foram capturadas a partir da *webcam*, mostrando que os resultados são bastante positivos.



Figura 10 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Nova.
Fonte: o autor.



Figura 11 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Quarto Crescente.
Fonte: o autor.



Figura 12 - Imagem capturada pela *webcam* de situação de fase próxima à Lua Cheia.
Fonte: o autor.



Figura 13 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse lunar total.
Fonte: o autor.



Figura 14 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse solar parcial.
Fonte: o autor.

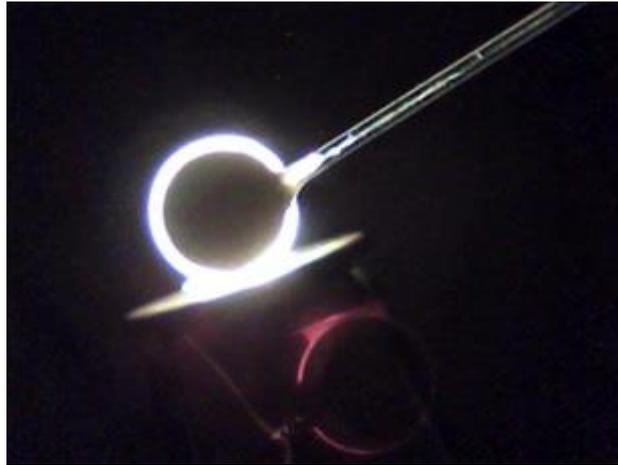


Figura 15 - Imagem capturada pela *webcam* de eclipse solar anular.
Fonte: o autor.

Uma das dúvidas importantes que pode surgir é em relação a coloração avermelhada da Lua nos eclipses lunares (exceto no penumbral). Isso ocorre porque a luz solar, ao passar pela atmosfera da Terra, sofre refração e o índice de refração varia em relação ao comprimento de onda. Assim, a umbra da Terra não é totalmente escura, possuindo em determinada região um gradiente radial de luz na região do vermelho. Portanto, a Lua fica avermelhada em todos os seus eclipses totais em diferentes graus de intensidade.



Figura 16 - Decomposição da luz solar ao passar pela atmosfera terrestre.
Fonte: (APOLLO11, 2017)

6 Conclusões

A variação de recursos didáticos no processo de ensino-aprendizagem é fundamental para a superação da metodologia de aulas tradicionais. A experimentação e o uso de TIC são duas das possíveis alternativas e quando utilizados juntos podem oferecer ainda mais benefícios. Experiência de cátedra acompanhada pelas discussões já

é uma praxe frequente e tem tido resultados positivos em relação à geração de interesse pelo assunto (BARREIRO; BAGNATO, 1992).

Um diferencial na proposta exposta neste trabalho é a possibilidade que os estudantes têm de observar os fenômenos, ao mesmo tempo, de dois pontos de vista: por um lado, pela imagem gerada pela *webcam*, o ponto de vista é de um observador na Terra. Por outro lado, pela posição dos objetos do experimento para cada fase da Lua e para cada eclipse, o ponto de vista é de um observador externo. Isso possibilita ao aluno associar diretamente, para cada fase da Lua ou tipo de eclipse (vista a partir da imagem da *webcam*), qual a posição relativa entre Sol, Terra e Lua (vista a partir dos objetos que representam cada um dos corpos celestes).

Agradecimentos

O autor agradece ao prof. Dr. Giovanni Gozzi pelas importantes sugestões e discussões para o desenvolvimento do trabalho, e aos colegas da disciplina de Instrumentação para o Ensino de Física de 2016.

Referências

APOLLO11.com. Disponível em: <http://www.apollo11.com/spacenews.php?posic=dat_20140411-112107.inc>. Acesso em: 27 jul. 2017.

ARRIGONE, G. M.; MUTTI, C. N. Uso das experiências de cátedra no ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.28, n.1, p.60-90, 2011.

BACHELARD, G. **A formação do espírito científico**: contribuição para uma psicanálise do conhecimento. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

BARREIRO, A. C. M.; BAGNATO, V. Aulas demonstrativas nos cursos básicos de física. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.9, n.3, p.238-244, 1992.

CAVALCANTE, K. G. **Fases da Lua**: Brasil Escola. Disponível em: <<http://brasilecola.uol.com.br/fisica/as-fases-lua.htm>>. Acesso em: 27 de jul. 2017.

ECLIPSE solar. In: **Wikipédia**. Disponível em: <https://pt.wikipedia.org/wiki/Eclipse_solar>. Acesso em: 27 jul. 2017.

FERREIRA, N. C. **Proposta de laboratório para a escola brasileira**: um ensaio sobre a instrumentalização no ensino médio de física. 1978. 128 f. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências) – Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1978.

FIOLHAIS, C.; TRINDADE, J. Física no computador: o computador como uma ferramenta no ensino e na aprendizagem das ciências físicas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.25, n.3, p.259-272, 2003.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica: eclipses**. Disponível em: <<http://astro.if.ufrgs.br/eclipses/eclipse.htm>>. Acesso em: 27 de jul. 2017.

PEDROCHI, F.; NEVES, M. C. D. Concepções astronômicas de estudantes no ensino superior. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.4, n.2, 2005.

REIS, N. T. O.; GARCIA, N. M. D.; BALDESSAR, P. S. Métodos de projeção para observação segura de eclipses solares. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.29, n.1, p.81-113, 2012.

TROGELLO, A. G.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. C. R. O ensino de astronomia: recriando uma esfera celeste didática. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.32, n.1, p.223-244, 2015.

Artigo recebido em 25/11/2016.

Aceito em 01/04/2017.

O PLANETÁRIO COMO AMBIENTE NÃO FORMAL PARA O ENSINO SOBRE O SISTEMA SOLAR

*Gabrielle de Oliveira Almeida*¹
*Mateus Henrique Rufini Zanitti*²
*Cintia Luana de Carvalho*³
*Edson Wander Dias*⁴
*Alessandro Damásio Trani Gomes*⁵
*Fernando Otávio Coelho*⁶

Resumo: Este trabalho apresenta os resultados de uma atividade de educação não formal, desenvolvida no planetário de uma Instituição de Ensino Superior, da qual participaram trinta e três alunos do Ensino Médio de uma Escola Estadual de um município próximo a São João del-Rei, Minas Gerais. A pesquisa buscou explorar um dos recursos educacionais do planetário como ambiente para o ensino sobre os astros do Sistema Solar. A atividade consistiu de uma sessão de cúpula em que houve a exibição de um filme sobre o Sistema Solar. Um mesmo questionário foi aplicado antes e após a atividade. Os resultados foram comparados por meio de testes estatísticos, apontando para uma diferença estatisticamente significativa das médias do pré e do pós-teste. São discutidas as potencialidades dos planetários como ambiente para a promoção da educação não formal e sua interface com a escola básica, visando suprir a demanda do ensino de Astronomia.

Palavras-chave: Astronomia; planetário; Educação não formal.

EL PLANETARIO COMO AMBIENTE NO FORMAL PARA LA ENSEÑANZA SOBRE EL SISTEMA SOLAR

Resumen: En este trabajo presentamos los resultados de una actividad de educación no formal desarrollada en el planetario de una institución de educación superior, a la que asistieron treinta y tres estudiantes de una escuela secundaria pública en una ciudad cercana a São João del-Rei/Minas Gerais, Brasil. Esta investigación buscó explorar los recursos educativos del planetario como ambiente para la enseñanza de los astros del Sistema Solar. La actividad consistió de una sesión de la cúpula en la cual se efectuó la proyección de una película sobre el Sistema Solar. Un cuestionario único fue administrado antes y después de la actividad. Los resultados fueron comparados empleando herramientas estadísticas, las cuales indicaron una diferencia estadísticamente significativa entre los resultados previos y los posteriores a la administración del cuestionario. Discutimos, además, el potencial del planetario como medio de promoción de la educación no formal y su interrelación con las escuelas primarias, con la finalidad de satisfacerla demanda de la enseñanza de la astronomía.

Palabras clave: Astronomía; planetario; Educación no formal.

¹ Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <gabrielle.almeida55@gmail.com>.

² Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <mzanitti@ymail.com>.

³ Discente de Física na Universidade Federal de São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <cintialcarvalhofisica@gmail.com>.

⁴ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <edsondias@ufsj.edu.br>.

⁵ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <alessandrogomes@ufsj.edu.br>.

⁶ Docente da Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, Brasil.

E-mail: <focoelho@ufsj.edu.br>.

THE PLANETARIUM AS A NON-FORMAL ENVIRONMENT FOR TEACHING ABOUT THE SOLAR SYSTEM

Abstract: This paper presents the results of a non-formal educational activity, developed in the planetarium of a higher education institution, in which thirty-three high school students from a public school in a small city near São João del-Rei (Minas Gerais) participated. The research intended to explore the educational resources of the planetarium as an environment for teaching about the celestial bodies of the Solar System. The activity consisted of a session inside the planetarium dome featuring the exhibition of a film about the Solar System. The same questionnaire was applied before and after the activity. The results were compared by means of statistical tests, pointing to a statistically significant difference between the pre- and post-test results. The planetary potentialities as a non-formal environment for promoting education and its interface with the basic school are discussed, in order to supply the demand for astronomy teaching.

Keywords: Astronomy; Planetarium; Non-formal Education.

1 Introdução

A Astronomia vem sendo desenvolvida pelo homem desde a pré-história, sempre estimulando e instigando sua imaginação e curiosidade (GAFFNEY et al, 2013). Dado seu valor científico, histórico e também social, entende-se como imprescindível que o ensino de Astronomia seja mais enfatizado na Educação Básica (Brasil, 1998; 2000).

A abordagem de temas relacionados à Astronomia, além de propiciar a oportunidade de se trabalhar vários conteúdos da Física, permite explorar diversos outros ramos do conhecimento, como Filosofia, História, Geografia e etc., podendo contribuir significativamente com a formação intelectual e científica do cidadão.

Considerando a grande importância histórica, tecnológica, cultural e científica da Astronomia, ela ainda carece de espaço nos currículos das escolas no Brasil. Os documentos oficiais (Brasil, 1998; 2002; 2013) atualmente vigentes no país indicam que os conteúdos relativos à Astronomia devam ser ensinados no Ensino Fundamental (em Ciências e/ou Geografia) e no Ensino Médio (em Física), o que não se observa de forma satisfatória devido a uma série de fatores já apontados pela literatura (GONZATTI et al., 2013; LANGHI, 2011; LANGHI; NARDI, 2007).

Sendo conhecidas as dificuldades do ensino de Astronomia na Educação Básica nacional, uma alternativa para abordar seus conteúdos está na utilização de espaços não formais de ensino. Centros de ciências, bibliotecas, laboratórios, museus, exposições, planetários, observatórios, centros de tecnologia, zoológicos, jardins botânicos, dentre outros, são exemplos de ambientes que podem ser considerados como espaços não formais de educação. Tais espaços apresentam-se como recursos para auxiliar na apropriação do conhecimento como um bem cultural, por meio de uma abordagem interessante, possibilitando a utilização de métodos diferenciados de ensino, atrelados às atividades que proporcionem informação e entretenimento ao público.

Neste ponto, oportunizamos que os métodos de ensino tradicionais são pautados na epistemologia positivista, na qual o modelo didático é baseado somente na transmissão de conhecimento, reduzindo o estudante a um sujeito passivo, sem reconhecer a diversidade dos estudantes e seus diferentes percursos formativos (LUCARELLI, 2000). Já os métodos diferenciados de ensino surgem do anseio de

professores em questionar o uso exclusivo das metodologias tradicionais de ensino, revisando e modificando suas estratégias de atuação, construindo uma prática pedagógica que considera as demandas formativas dos estudantes, adaptada às diversas condições e realidades dos estudantes.

Langhi e Nardi (2009a), apoiados em outros autores, defendem que, além do aspecto motivacional, os planetários apresentam outra função: a de ser um ambiente alternativo para promover o ensino, pois os diversos recursos disponíveis nestes locais podem enriquecer e complementar os conteúdos escolares. No entanto, embora a maioria dos planetários brasileiros cumpra sua função cultural e de divulgação científica, a abordagem educativa ainda está aquém do esperado, pois a maioria das atividades desenvolvidas neles parece ter sido concebida mais para lazer e turismo do que para uma abordagem educativa pautada no ensino e aprendizagem. No geral, parece não haver, de forma sistemática, o desenvolvimento de atividades que sirvam para consolidar o saber científico entre os estudantes.

Segundo Oliveira (2010), os planetários

possuem características peculiares e, pela sua novidade, carecem de contribuições intelectuais de quase todas as áreas, sejam elas relacionadas às da educação, do ensino de Ciências de forma geral, ou as relacionadas às teorias pedagógicas, psicológicas, comportamentais e ao jornalismo científico e a tantas outras (OLIVEIRA, 2010, p.47).

Segundo Marandino et al (2004), devido à educação em Ciências ser uma prática social que vem ocorrendo, com maior frequência, nos espaços não formais de educação, há um consenso em relação à importância de se elaborar pesquisas, políticas e estratégias pedagógicas que auxiliem na compreensão dos processos de ensino e aprendizagem que ocorrem por meio de experiências fora da escola.

Portanto, este trabalho visa contribuir para a discussão sobre a assimilação de conhecimento científico a partir da realização de atividades didáticas de Astronomia em ambientes não formais de ensino. Seu objetivo é a projeção de filmes em formato específico, explorando os recursos educacionais oferecidos pelo planetário como ambiente para o ensino sobre os astros do Sistema Solar.

2 Educação não formal e planetários

Os mistérios do Universo, as colossais ordens de grandeza das escalas astronômicas e a necessidade do ser humano de entender questões fundamentais da sua existência, como a sua própria origem enquanto ser vivo, a curiosidade sobre a existência de vida inteligente fora do planeta ou o simples formato dos diferentes corpos celestes, faz com que a Astronomia apresente uma grande capacidade motivadora e que seja potencialmente capaz de permitir o estabelecimento de conexões com diferentes áreas do conhecimento.

Para Darroz e Santos (2013), diversos conceitos referentes à Astronomia estão incorporados à estrutura cognitiva dos estudantes e se originam a partir de experiências cotidianas, por meio do convívio com pessoas, da leitura de textos técnicos ou jornalísticos, de audiência a programas de televisão e pela própria observação do mundo natural.

Para Langhi e Nardi (2009b), a aprendizagem de conteúdos, especialmente sobre Astronomia, pode acontecer em âmbitos diversos como na educação formal, informal e não formal, bem como em atividades de popularização da ciência e por meios de divulgação como jornais, artigos de revistas, programas televisivos, museus de ciências e locais como planetários e observatórios.

Gaspar (1992) considera que a educação informal ocorre nas experiências do dia a dia, sendo frequentemente acidental, num sistema organizado ou estruturado, sendo frequentemente acidental ou não intencional, não constituindo num sistema organizado ou estruturado, nem regulamentado. Ainda segundo o autor, a educação não formal,

refere-se a uma ampla variedade de atividades educacionais organizadas e desenvolvidas fora do sistema educacional formal destinadas, em geral, a atender a interesses específicos de determinados grupos. Ensino por correspondência, cursos livres, universidade aberta, etc., são exemplos de sistemas de educação não-formal (GASPAR, 1992 p.157).

De acordo com Langhi e Nardi (2009b), a educação não formal tem sempre caráter coletivo, envolve práticas educativas fora do ambiente escolar, sem a obrigatoriedade legislativa, nas quais o indivíduo experimenta certa liberdade de escolha dos métodos e conteúdos de aprendizagem.

Jacobucci (2008) afirma que um espaço não formal de ensino pode ser qualquer local onde exista uma ação educativa intencional. Dessa forma, a autora reconhece que qualquer local pode ser considerado como um espaço não formal para o ensino. Ao mesmo tempo, segundo ela, há uma espécie de consenso de que um espaço não formal é aquele em que são utilizados exclusivamente recursos didáticos atrativos, seja do ponto de vista visual ou do ponto de vista da maior interação entre o estudante com as ferramentas usadas no espaço, uma vez que as limitações de tempo e de experimentação são menores que nos espaços formais.

Sendo assim, os espaços não formais de ensino podem ser divididos em duas categorias: na primeira, o espaço e os equipamentos nele contidos são dispostos e planejados de forma que a aquisição de conhecimento por parte do visitante ocorra de forma intencional. Nesta categoria estão incluídos, por exemplo, museus, planetários e centros de ciências.

A segunda categoria destes espaços é composta pelos ambientes que não foram desenvolvidos com o objetivo de serem tratados como tal, mas que, por ação de uma instituição, de um professor ou monitor, ou pela realização de um evento, como uma exposição ou visita guiada, tornam-se um ambiente propício para a aprendizagem e para o ensino de determinado conteúdo. Nesta categoria estão incluídos lugares como ruas, praças, parques ou mesmo cidades inteiras.

Desta maneira, percebe-se que qualquer ambiente tem o potencial de se transformar em um espaço não formal de aprendizagem, ainda que não tenha sido concebido previamente para tal.

Diversas pesquisas sobre a aprendizagem têm evidenciado o potencial destes espaços, indicando que tais ambientes despertam o interesse e a curiosidade, motivam, socializam e estimulam os alunos, sendo esses elementos fundamentais nos processos

de ensino e aprendizagem (FREITAS; GERMANO; AROCA, 2013; VILAÇA; LANGHI; NARDI, 2013).

Os planetários são exemplos de espaços não formais de ensino. No Brasil, o primeiro planetário foi inaugurado em 1957 em São Paulo e estudos apontam um crescimento no número de planetários fixos e móveis nos últimos 15 anos, principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

Estima-se que exista atualmente cerca de 50 planetários no país, número que ainda pode ser considerado pequeno, dada a extensão territorial (MARQUES; FREITAS, 2015).

Romanzini e Batista (2009, p.9) afirmam que “os planetários são ambientes onde é possível desmistificar a complexidade das ciências, proporcionando a aplicação de metodologias inovadoras que estimulam a capacidade criativa e crítica dos indivíduos envolvidos”.

O termo planetário diz respeito ao ambiente no qual, com equipamentos de projeção, no centro de uma cúpula abobadada, som ambiente e até mesmo sistemas mecânicos de movimento, é apresentada a imagem do céu de qualquer ponto do Sistema Solar, em qualquer tempo e de qualquer época, passada ou futura, bem como as trajetórias dos corpos celestes ao longo do tempo, sendo possível inclusive a alteração na velocidade dos movimentos para oferecer a melhor visualização de um fenômeno celeste específico. Atualmente, além de simulações da esfera celeste, podem ser apresentados filmes ou outros conteúdos multimídia sobre diversos assuntos científicos.

Os planetários podem ser divididos em duas categorias. Os planetários fixos são projetados para funcionarem em instalações permanentes, sendo de maior porte e com capacidade para abrigar um contingente maior de pessoas por sessão. Já os planetários móveis, normalmente infláveis, são menores e podem ser transportados e instalados temporariamente em locais públicos, escolas ou mesmo em localidades mais afastadas.

As apresentações realizadas em planetários fixos têm por objetivo contemplar um tema específico, como as fases da Lua, as órbitas, movimentos e características dos planetas do Sistema Solar, ou temas mais gerais, como a formação do Universo ou a história das Ciências. Tais apresentações são, normalmente, gravadas e adequadas a determinado público de acordo com sua faixa etária ou escolaridade, tendo, portanto, linguagens e conteúdos próprios. Já nos planetários móveis, a flexibilidade é maior, uma vez que as apresentações ocorrem em viva-voz, sob o comando de um apresentador que pode, durante sua explanação, abordar temas variados, estimular e provocar a plateia, aumentando em muito a interação com o público.

Conforme Falcão (2009), os planetários e observatórios podem além do desenvolvimento de conhecimentos específicos sobre Astronomia e o Sistema Solar, promover a conscientização ambiental, na medida em que é possível visualizar com facilidade o quão singulares são as condições para a vida na Terra, ao mesmo tempo em que mostra a ausência dessas mesmas condições na nossa vizinhança planetária.

De acordo com Langhi e Nardi (2009b), os planetários contribuem para o ensino de Astronomia nas escolas, uma vez que as apresentações realizadas nestes espaços abordam temas quase sempre constantes nos currículos escolares, ainda que vistos de forma superficial ou incipiente. Desta forma, os planetários, assim como todos

os espaços não formais de ensino, podem ser utilizados como um complemento às atividades desenvolvidas em sala de aula, ressaltando sempre a necessidade de um planejamento prévio das atividades a serem desenvolvidas neste espaço. Este planejamento evidencia a riqueza de possibilidades que os planetários, enquanto espaços não formais possuem, uma vez que o mesmo espaço e os mesmos recursos podem ser aplicados a públicos de diversas faixas etárias e escolaridades.

Meurer e Steffani (2009, p.2) sustentam que “planetários são espaços privilegiados para a prática multidisciplinar do ensinar e do aprender, e aliados importantes da comunidade escolar”.

Na mesma direção, Porto, Zimmermman e Hartmann (2010) afirmam que a relação entre escola e educação não formal é profícua, e defendem que atividades desse tipo aguçam a curiosidade dos estudantes, contribuindo para tornar atrativa a aprendizagem de Ciências na educação formal.

3 Aspectos metodológicos

A atividade relatada neste trabalho foi desenvolvida em um planetário móvel, com domo não inflável, revestimento polimérico (constando de capa principal e capa para projeção interna), fabricado por meio de costura, com estrutura de alumínio em formato geodésico, com 6 metros de diâmetro e 4,2 metros de altura.

O planetário encontra-se permanentemente instalado no campus Dom Bosco da Universidade Federal de São João del-Rei e promove sessões semanais abertas ao público em geral e atende, via agendamento, escolas das redes pública e privada da região.

A operação do planetário é feita por meio de um sistema digital para projeção hemisférica no interior em cúpulas semiesféricas⁷, com projetor único, com campo de visão de 180°x360°, sem utilização de espelhos e matrizes de projeção, mas por meio de uma única lente fixa no sistema que lança a imagem para uma meia-esfera, sem deformação.

3.1 Participantes

Os participantes foram 33 alunos pertencentes a três turmas do Ensino Médio, com idades entre 15 e 18 anos (média de 16,2 anos), de uma Escola Estadual de uma cidade da região do Campo das Vertentes, próxima a São João del-Rei, Minas Gerais.

3.2 A atividade desenvolvida

O professor de Física da escola e regente das três turmas tomou conhecimento da inauguração do planetário fixo por meio do site⁸ criado pela UFSJ para a sua

⁷ O modelo utilizado é o Digitarium® ZetaPortable Digital Planetarium System, da empresa Digitalis@ EducationSolutions, Inc. Informações e especificações disponíveis em: <http://www.digitaliseducation.com/products-digitarium_zeta_portable>. Acesso em: 18/04/2017.

⁸ Site do Planetário da UFSJ disponível em <<http://www.ufsj.edu.br/dcnat/planetario.php>>. Acesso em 18/04/2017.

divulgação. Uma visita foi agendada para os alunos do Ensino Médio. Decidiu-se pela exibição do filme “Os filhos do Sol”, uma vez que o interesse do professor era debater e permitir que os alunos tivessem uma visão mais aprofundada do Sistema Solar.

O filme, em mídia *fulldome*, extensão .avi, é exclusivo para projeção em planetários digitais e foi produzido pela Projekt Design e Hiperlab Equipamentos Científicos Ltda. e tem duração de 22 minutos.

Ele apresenta os planetas do Sistema Solar, falando um pouco sobre a composição e características físicas de cada um deles. Ele começa apresentando o céu visto da Terra e mostra que cinco planetas podem ser vistos a olho desarmado da Terra. Após apresentar a esfera celeste como vista da Terra, o espectador é levado para conhecer de perto o poder do Sol, visitar os planetas, alguns de seus satélites naturais e sobrevoar algumas superfícies planetárias. Ao final, simula-se uma “carona” em um cometa para retornar à Terra, possibilitando uma visão mais detalhada do nosso planeta visto do espaço.

Assim, os recursos audiovisuais oferecidos pelo planetário como o som que envolve os participantes como numa sala de cinema, a projeção dinâmica de imagens em 360° na cúpula, a simulação dos eventos e movimentos celestes em diferentes épocas ou locais, definidos muitas vezes pelo público participante, criam um ambiente propício para uma rica discussão a respeito de aspectos cinemáticos e geológicos dos diferentes componentes do Sistema Solar e do seu processo de formação, bem como a visualização da ordem de grandeza das distâncias estelares e do tamanho relativo dos corpos celestes, em especial quando comparados com o Sol.

Antes da sessão foi possível observar a ansiedade dos alunos para conhecerem o planetário, um recurso didático novo e não usual, desconhecido de todos até então. Durante a exibição do filme, os alunos permaneceram em silêncio, demonstrando atenção e interesse pelo conteúdo abordado.

Em alguns momentos podem-se ouvir expressões de surpresa e fascínio coletivo como “Nossa” ou “Nuh”, quando eles percebiam a ordem de grandeza de determinados eventos. Após a sessão, os alunos se mostraram muito entusiasmados e interessados em tudo que aprenderam. Eles mesmos tiveram a iniciativa de narrar o que entenderam e de formular novas questões relativas a suas indagações, depois que entregaram o pós-teste.

3.3 Instrumento de pesquisa e procedimentos

Com o objetivo de avaliar as possibilidades de contribuição que o planetário pode oferecer, enquanto espaço não formal de educação, torna-se necessário, primeiramente, avaliar as concepções espontâneas e o conhecimento prévio dos alunos sobre os tópicos de Astronomia abordados no filme. Por fim, é importante identificar o que os alunos aprenderam com a atividade realizada. Para isso, optou-se por um delineamento de pesquisa que utilizasse a aplicação de pré e pós-teste, elaborados na forma de um questionário.

Tecnicamente, um questionário pode ser definido como

[...] uma técnica de investigação social composta por um conjunto de questões que são submetidas a pessoas com o propósito de obter

informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado (GIL, 2008, p.121).

De acordo com Moreira e Rosa (2008), a utilização de questionários respondidos pelos estudantes, é uma forma usual e prática para se avaliar, de forma eficiente, a aprendizagem de grandes grupos de estudantes, embora não tão eficiente quanto a entrevista clínica individual com cada um dos participantes da atividade. A utilização de questionários adequadamente elaborados pode fornecer dados importantes sobre um grupo de pessoas e sobre a eficácia de uma metodologia para o ensino de determinado conteúdo.

Para Piekarcz et al (2003), a análise das respostas de estudantes é útil na identificação de concepções recorrentes ou padrões de respostas. A aplicação de questionários após a realização de determinada atividade em sala de aula e a identificação dos padrões de respostas permitem avaliar a aprendizagem, por parte dos estudantes, de conceitos abordados durante a realização da atividade.

Desta forma, observa-se que questionários podem ser uma intervenção valiosa na identificação de concepções equivocadas acerca de conceitos de Astronomia, e isso permite o estabelecimento de estratégias de ensino que tornem possível o desenvolvimento de concepções adequadas do ponto de vista científico.

Para a construção do questionário, os autores assistiram ao filme algumas vezes. Diversas questões foram elaboradas, assim como suas respectivas respostas. Posteriormente, perguntas relacionadas ao conteúdo escolar de Astronomia foram selecionadas e transformadas em questões de escolha múltipla e do tipo ‘verdadeiro (V) ou falso (F)’. O questionário elaborado está no Quadro 1.

O pré-teste foi aplicado antes da sessão de cúpula, sem que os alunos tivessem qualquer contato inicial com os temas abordados. O pós-teste foi aplicado logo após o término da sessão. Os alunos responderam os testes individualmente, gastando para tanto, cerca de dez minutos no pré-teste e cinco, no pós-teste.

- 1) Qual é a altitude, em relação ao nível do mar, em que se considera o início do Espaço Sideral?**
 - a) 1 km.
 - b) 10 km.
 - c) 100 km.
 - d) 1000 km.

- 2) Quais planetas do Sistema Solar não possuem satélites naturais?**
 - a) Mercúrio e Urano.
 - b) Mercúrio e Vênus.
 - c) Vênus e Netuno.
 - d) Urano e Netuno.

- 3) Quais são os planetas possíveis de serem vistos da Terra sem o auxílio de equipamentos?**
 - a) Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.
 - b) Vênus, Marte, Júpiter e Saturno.
 - c) Vênus e Marte.
 - d) Nenhum planeta é visível sem o auxílio de equipamentos.

- 4) Marque a opção que contém o(s) planeta(s) do Sistema Solar que possui(em) anéis?
- a) Saturno.
 - b) Júpiter e Saturno.
 - c) Júpiter, Saturno, Urano e Netuno.
 - d) Nenhum planeta do Sistema Solar possui anéis.
- 5) Qual é o planeta mais quente do Sistema Solar?
- a) Mercúrio.
 - b) Terra.
 - c) Marte.
 - d) Vênus.
- 6) O que é a grande mancha vermelha em Júpiter?
- a) Um grande vulcão.
 - b) Uma grande tempestade.
 - c) Um fenômeno semelhante à aurora boreal.
 - d) Júpiter não possui nenhuma mancha vermelha.
- 7) Marque V para as alternativas verdadeiras e F para as falsas:
- () O planeta Vênus é conhecido como “Estrela Dalva”.
 - () O maior planeta do Sistema Solar é Saturno.
 - () O nome dos planetas tem origem nas mitologias grega e romana.
 - () O planeta mais distante do sol é Netuno.

Quadro 1 - Instrumento de pesquisa - questionário elaborado.

4 Análise e discussão dos resultados

Para a análise do resultado geral dos estudantes e a comparação entre o desempenho deles antes e após a realização da atividade, foram realizados os processos de correção e atribuição de notas às respostas. As questões de múltipla escolha foram corrigidas de forma dicotômica, sendo atribuído o valor de um ponto caso o respondente acertasse a questão e zero em caso de erro. Na questão do tipo ‘verdadeiro (V) ou falso (F)’, foi atribuído o valor de 0,25 pontos por acerto. Os pontos de cada acerto foram somados para se obter a nota final na questão.

Após a correção, obteve-se uma nota para cada respondente, somando-se às notas obtidas em cada questão. Dessa forma, as notas dos estudantes variaram entre 0 e 7 pontos. Esse procedimento foi feito, tanto para o pré, quanto para o pós-teste. Na Tabela 1, estão os dados estatísticos básicos referentes aos testes.

Dados	Pré-teste	Pós-teste
Número de respondentes	33	33
Média	2,7 (39%)	5,9 (84%)
Desvio Padrão	1,3	1,1
Mediana	2,5	6,0
Moda	4,0	7,0
Nota Mínima	0,75	3,5
Nota Máxima	7,0	7,0

Tabela 1 - Dados estatísticos do questionário.

Percebe-se que os valores da média, mediana, moda e nota mínima do pós-teste foram bem superiores aos respectivos valores do pré-teste. A média elevou-se de 39% para 84%, enquanto a mediana (valor que divide o conjunto de dados ao meio, isto é, 50% das notas desse conjunto são menores ou iguais ao valor obtido) aumentou de 2,5 para 6,0 e a moda (nota que mais se repetiu) de 4,0 para 7,0.

Os histogramas das notas do pré e do pós-teste são exibidos na Figura 1. Percebe-se facilmente o deslocamento da linha que representa a curva normal nas duas distribuições, o que indica uma diferença considerável entre as médias dos testes. Enquanto no pré-teste, as notas mais frequentes foram 4,0, 3,0 e 2,5, no pós-teste, foram as notas 7,0 e 6,0. Apenas um aluno obteve a nota máxima no pré-teste, enquanto no pós-teste, ela foi obtida por treze alunos.

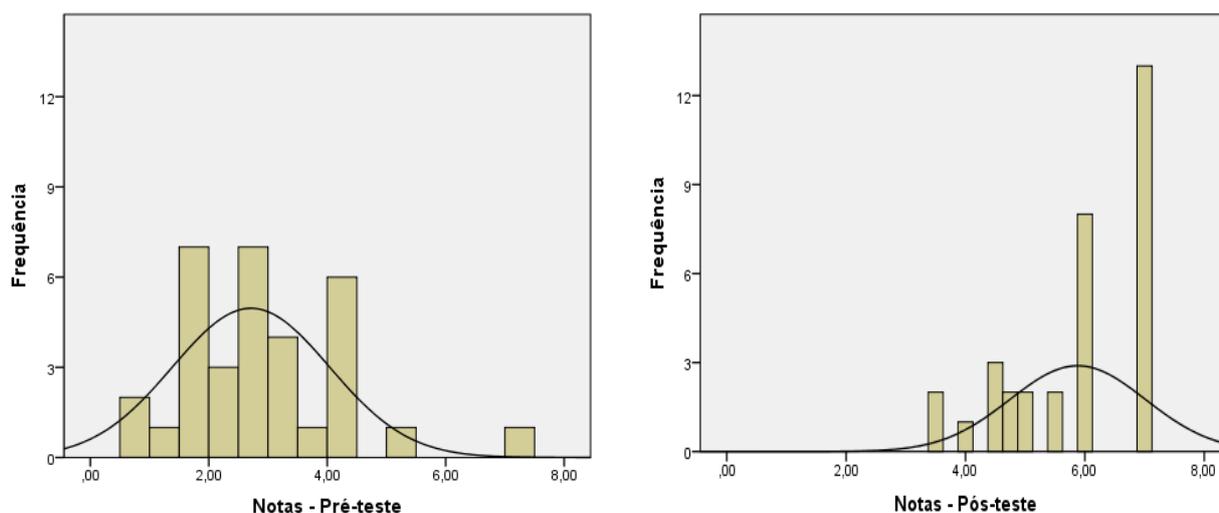


Figura 1 - Histogramas das notas do pré e do pós-teste. A linha sólida representa uma distribuição normal cuja média coincide com as médias das distribuições apresentadas.

A diferença estatística entre o desempenho dos estudantes nos testes também foi avaliada por meio do teste não paramétrico de Wilcoxon (PAGANO; GAUVREAU, 2004). A escolha por este teste de comparação é feita com base nos resultados dos testes de aderência e normalidade para a distribuição das notas do pré e do pós-teste.

Em tais testes, compara-se a distribuição estatística dos dados amostrais com os de uma população de dados gerados aleatoriamente (normalmente com o auxílio de um software estatístico), que tenha a mesma média e desvio padrão que os dados amostrais originais.

Há vários testes de normalidade que podem ser aplicados em nossa situação, como os testes de D'Agostino (aplicável para amostras de tamanho maior que dez indivíduos), D'Agostino-Pearson (aplicável em amostras com mais de vinte elementos), Lilliefors (que não possui restrição em relação ao número de elementos), ou Kolmogorov-Smirnov, que não possui restrição em relação ao tamanho da amostra, mas que deve ser aplicado em cada grupo de dados, individualmente.

Por ser um dos testes de normalidade mais consagrados, optamos por aplicar o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, usando um nível de significância de 5%. Os resultados do teste permitem identificar que os dados do pré e do pós-teste não são regidos por uma distribuição normal de probabilidades.

Isto aponta para a necessidade da aplicação de um teste de hipóteses do tipo não-paramétrico, onde não há a restrição de que os dados sejam provenientes de uma população que satisfaça a uma distribuição normal.

Para este caso, um teste adequado para a comparação de duas amostras dependentes (onde temos o mesmo grupo de indivíduos, antes e após a intervenção) é o teste dos postos sinalizados de Wilcoxon, um teste não paramétrico, baseado na diferença das notas antes e após a realização de determinada intervenção, cuja principal virtude é levar em conta a magnitude da diferença das notas para um mesmo indivíduo, o que agrega uma sensibilidade estatística maior ao método, sem a necessidade de incorporar todas as suposições restritivas típicas dos métodos paramétricos.

O método transforma os dois conjuntos de dados em um único conjunto, onde os registros são as diferenças das notas nos testes. Estas diferenças são ordenadas em ordem crescente, e a cada uma delas é atribuída uma posição ou posto.

Como hipótese nula no teste de comparações de Wilcoxon, assume-se que a mediana das diferenças das notas numa população é nula, o que indica, em linhas gerais, que a intervenção provocará o mesmo número de posições positivas (quando as notas após a intervenção aumentariam) e posições negativas (quando as notas após a intervenção diminuiriam).

É possível mostrar que a distribuição de postos em torno da mediana obedece a uma distribuição normal de probabilidades.

Os resultados do Teste de Wilcoxon para nosso conjunto de dados indicam que o coeficiente Z do teste terá o valor 4.95.

A partir deste coeficiente Z, pode-se calcular ou consultar uma tabela da distribuição normal, visando extrair o chamado p-valor do teste, que é o parâmetro estatístico que nos dá uma ideia sobre a probabilidade de aceitação ou rejeição da nossa hipótese nula, o que é possível através da comparação do seu valor com o nível de significância adotado para o teste.

Os resultados obtidos pelo Teste de Wilcoxon, no teste de comparação das notas obtidas no pré e no pós-teste, indicam que o p-valor do teste foi tal que $p < 0.001$.

Um valor tão pequeno para o p-valor indica que os dados amostrais antes e após a intervenção não possuem nenhuma similaridade, e isto é um indicativo de que as atividades desenvolvidas no planetário influenciaram de alguma forma o desempenho dos estudantes.

Desta forma, a hipótese nula - ou seja, as atividades desenvolvidas no planetário não trazem nenhum ganho substancial no desempenho dos alunos, deve ser rejeitada, se for adotado um nível de significância 0.001.

De fato, dos trinta e três alunos participantes, apenas um aluno obteve notas iguais nos dois testes (o aluno já havia obtido pontuação máxima no pré-teste). Os demais alunos obtiveram notas superiores no pós-teste.

Na Tabela 2 está a sugestão de gabarito e as porcentagens de acerto para cada questão do questionário. As porcentagens de acerto das questões variaram entre 15% a 58% no pré-teste e de 64% a 100% no pós-teste, indicando também uma melhora significativa no desempenho dos estudantes.

A questão com menor porcentagem de acerto nos dois testes foi a questão 3.

A questão 6 foi a mais acertada. No pré-teste ela obteve 58% de acerto e no pós-teste todos os alunos acertaram a questão.

A questão 1 foi a que apresentou maior diferença na porcentagem de acerto entre os testes.

Questões	Gabarito	Pré-teste	Pós-teste
		Porcentagem de acerto	Porcentagem de acerto
1	C	30%	94%
2	B	48%	94%
3	A	15%	64%
4	C	18%	76%
5	D	24%	73%
6	B	58%	100%
7	V, F, V, V	77% ⁹	88%

Tabela 2 - Porcentagens de acerto das questões dos testes.

É interessante também verificar, tanto no pré-teste quanto no pós-teste, se a distribuição de resultados por item, de alguma forma, pode ter sido puramente casual ou não.

Para isso, foram construídas tabelas (Tabelas 3 e 4) em que são apresentados os resultados dos testes de comparação entre a distribuição de respostas para cada questão da amostra de estudantes respondentes com os de uma amostra extraída aleatoriamente de uma população hipotética, que responderia as questões por puro acaso.

Nesta população, as questões com quatro possibilidades de resposta possuem uma mesma probabilidade de acerto igual a vinte e cinco por cento.

Deseja-se, então, avaliar em que medida a distribuição das respostas entre os itens da amostra de estudantes se diferencia estatisticamente da população na qual as marcações ocorrem ao acaso. Isso permite, ainda que de maneira modesta, avaliar a atratividade dos distratores¹⁰ das questões que compõem o questionário, o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, a eficácia e a potencialidade da intervenção propiciada pelas atividades desenvolvidas no planetário.

Uma vez que se pretende comparar os dados amostrais com previsões teóricas pré-concebidas, de forma similar ao lançamento de um dado ou às previsões da Teoria Genética de Mendell, têm-se duas opções imediatas de testes de hipótese para tal comparação: o teste binomial para inferência sobre proporções e o teste qui-quadrado.

É possível demonstrar que os resultados dos dois testes são equivalentes, sendo o coeficiente calculado no teste qui-quadrado igual ao quadrado do coeficiente calculado no teste binomial para proporções (SPIEGEL, 1975).

⁹ Para a questão 7, foi calculada a porcentagem média de acerto dos itens que compõem a questão.

¹⁰ Os distratores indicam as alternativas incorretas à resolução da questão proposta. Essas respostas devem ser plausíveis, isto é, devem parecer corretas para aqueles participantes do teste que não desenvolveram suficientemente a habilidade em questão. Eles devem ser plausíveis em relação ao enunciado e à habilidade que está sendo avaliada.

Optou-se pelo uso do teste qui-quadrado em razão de seu largo uso em vários campos da Ciência, como em Ciências Biológicas, Ciências da Saúde, Engenharias, Ciências Sociais, etc.

O teste qui-quadrado nos dá uma medida da discrepância existente entre as frequências de distribuições observadas e aquelas previstas teoricamente, sendo o coeficiente qui-quadrado definido por:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^N \frac{(o_i - e_i)^2}{e_i} .$$

Onde o_i representa a frequência observada na i -ésima realização de um experimento e e_i é a frequência teórica esperada em tal realização.

Em nosso caso, cada questão do questionário é entendida como um experimento, e a frequência teórica esperada de marcações em cada questão com quatro itens é de 25%.

Se aplicarmos esta porcentagem teórica em nossa amostra de 33 estudantes, teríamos então uma frequência de marcações prevista teoricamente de 8,25, por item. Na Tabela 3 têm-se os dados referentes às seis questões com quatro opções do pré-teste.

Questões do pré-teste	A	B	C	D	Coeficiente χ^2	P-valor (α)
1	0	2	10	21	33,06	<0,0001
2	10	16	2	5	13,66	0.0034
3	5	6	15	7	7,60	0.0549
4	6	21	6	0	29,18	<0,0001
5	21	1	2	8	30,81	<0,0001
6	3	19	9	2	22,15	<0,0001

Tabela 3 - Resultados da comparação da distribuição das respostas dos estudantes no pré-teste.

Conforme afirmado, o coeficiente χ^2 mede o *desvio* dos resultados observados comparados com o resultado teórico. Como tal desvio pode ser positivo ou negativo, o numerador do coeficiente é elevado ao quadrado.

No final, a magnitude de tal desvio é obtida em uma comparação com as frequências teoricamente esperadas, e_i . A título de ilustração do cálculo do coeficiente χ^2 , serão considerados os resultados da terceira questão do teste, apresentados na tabela 3:

$$\chi^2 = \frac{(5-8.25)^2}{8.25} + \frac{(6-8.25)^2}{8.25} + \frac{(15-8.25)^2}{8.25} + \frac{(7-8.25)^2}{8.25} = 7.60.$$

Após o cálculo do coeficiente, a condução do teste chi-quadrado é feita comparando-se o p-valor do teste, geralmente encontrado em tabelas de livros de Estatística e obtido a partir do valor encontrado para o coeficiente χ^2 calculado, com um nível de significância pré-estabelecido, aqui denominado por α .

No exemplo em questão, para um nível de significância $\alpha = 0.05$, encontraríamos o p-valor do teste como sendo $p = 0.0549$.

Em geral, se o p-valor é maior do que o nível de significância, não se rejeita a hipótese nula. Mas, se ao contrário, ele for menor, a hipótese nula deve ser rejeitada. Portanto, o nível de significância é um parâmetro relacionado com a máxima probabilidade de se rejeitar a hipótese nula no teste (de que não há diferença estatisticamente significativa entre a distribuição de marcações na amostra e aquela na população hipotética), quando na verdade tal hipótese deve ser aceita.

Adotou-se, de forma similar a muitos trabalhos que utilizam os testes de hipóteses como ferramenta estatística, o valor de 0.05 para o nível de significância α .

Em particular para a questão 3, acima exemplificada, os resultados apontam que apenas para ela a distribuição de marcações por item parece ser similar ao padrão de marcações ao acaso, uma vez que o p-valor é ligeiramente maior que o nível de significância adotado.

Por sua vez, no restante das questões, o p-valor encontrado é muito menor que o nível de significância adotado para este teste, mostrando que não há similaridade estatística entre o padrão de escolhas de item na nossa amostra de estudantes e aquele de uma população que escolheria os itens ao acaso.

Isso sinaliza para a existência de preconceções, ainda que rudimentares, acerca da Astronomia por parte dos estudantes. Faremos esta discussão posteriormente, após avaliarmos os resultados do pós-teste.

Para o pós-teste, os resultados são apresentados na Tabela 4.

Observa-se, na última coluna, que o p-valor do teste é muito pequeno em todas as questões, sendo sempre menor que o nível de significância empregado, $\alpha = 0.05$.

Isso evidencia que os resultados do pós-teste não possuem similaridade estatística com a distribuição de marcações na população hipotética.

Desta forma, a hipótese de que a taxa de acertos no pós-teste ter sido alcançada de forma casual deve ser descartada. Outro parâmetro importante é o chamado poder do teste, que é a probabilidade de rejeitarmos a hipótese nula quando tal hipótese é falsa.

No pós-teste, o poder do teste foi igual a 100% para todas as seis questões, corroborando a ideia de que a intervenção realmente provocou uma diferença significativa nos dados do pós-teste.

Questões do pós-teste	A	B	C	D	Coefficiente χ^2	P-valor
1	0	1	31	0	83,72	<0,0001
2	1	31	1	0	83,72	<0,0001
3	21	3	9	0	31,36	<0,0001
4	5	3	25	0	46,87	<0,0001
5	9	0	0	24	46,63	<0,0001
6	0	33	0	0	99,00	<0,0001

Tabela 4 - Resultados da comparação da distribuição das respostas dos estudantes no pós-teste.

Segue-se uma discussão geral sobre o desempenho dos alunos em cada questão do questionário. Na primeira questão, deseja-se saber se os alunos possuem uma noção ou conseguem estimar a ordem de grandeza da espessura da atmosfera da Terra.

O baixo índice de acerto no pré-teste já era esperado, pois se trata de uma informação que não é comum na vida escolar dos estudantes e que, por se tratar de um valor numérico pode provocar alguma confusão mesmo para quem já tenha tido contato com o tema.

Por sua vez, observa-se que, mesmo no pré-teste, as opções com maior índice de marcações (*c* e *d*), traduzem alguma familiaridade dos estudantes com o conceito de ordem de grandeza, uma vez que os itens distratores *a* e *b* podem ser tomados pelo estudante como valores muito pequenos para a dimensão da atmosfera terrestre.

Após a intervenção realizada com o planetário, entretanto, o distrator *d* é completamente eliminado, mostrando que a intervenção foi eficaz para a transmissão da informação correta acerca da ordem de grandeza da espessura da atmosfera terrestre.

A questão dois pergunta quais planetas do Sistema Solar não possuem satélites naturais. Convém considerar que o tratamento de satélites naturais dos planetas do Sistema Solar não costuma ser foco do parco ensino de Astronomia em nossas grades curriculares. Assim, o índice de acerto no pré-teste pode ser considerado razoável, por se tratar de um conhecimento muito específico que nem sempre é devidamente abordado. No pós-teste, o índice de acerto atinge 94%, e novamente, observa-se que a intervenção foi capaz de eliminar quase que totalmente os distratores da questão.

Tanto no pré quanto no pós-teste, os alunos tiveram maiores dificuldades para responder a terceira questão que aborda quais planetas podem ser vistos da Terra sem o auxílio de equipamentos. A opção *c* foi a mais marcada. É relativamente disseminado entre a população que Vênus e Marte podem ser vistos da Terra. Porém, além destes, outros três planetas também o são.

A informação de que são cinco os planetas visíveis da Terra, bem como seus nomes, é passada logo no início do filme, o que poderia justificar a permanência do erro no pós-teste. Por meio da intervenção realizada conseguiu-se eliminar as marcações no distrator *d*, que afirma que nenhum planeta pode ser visto da Terra, uma concepção equivocada sobre o Sistema Solar.

A quarta questão pergunta quais os planetas do Sistema Solar possuem anéis. Uma concepção inadequada, porém muito comum, é a de que apenas Saturno e Júpiter possuem anéis, havendo mais destaque na mídia e mesmo em programas de divulgação científica para o primeiro.

Isso justifica o fato dessa questão ter tido um dos menores índices de acerto no pré-teste, com várias marcações nestas opções (*a* e *b*). Observa-se também que há um conhecimento, ainda que rudimentar e incompleto, por parte dos estudantes sobre a existência de anéis em torno de alguns planetas, uma vez que o distrator *d*, que diz respeito à inexistência de anéis nos planetas do Sistema Solar, não foi assinalado em momento algum.

De fato, todos os planetas gigantes gasosos do Sistema Solar (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno) possuem anéis e este fato foi muito enfatizado durante o filme, o que justifica o aumento significativo do índice de acerto da questão. Assim, percebe-se que

a atividade desenvolvida com o auxílio do planetário contribuiu para a mudança do distrator *b* para a opção correta.

Na quinta questão, pergunta-se qual o planeta mais quente do Sistema Solar. Mercúrio foi a opção mais marcada no pré-teste. Pensar que Mercúrio seja o planeta mais quente é um erro comum e compreensível, pois muitos sabem que este é o planeta mais próximo do Sol. Porém, o planeta mais quente é Vênus devido à sua atmosfera que cria um efeito estufa muito intenso.

Pode-se observar que a intervenção causou uma polarização das respostas em torno de dois itens, com a eliminação dos distratores mais evidentes. Contudo, houve ainda uma quantidade considerável de marcações no distrator *a*, que é exatamente o planeta Mercúrio. Isso mostra o quanto essa preconceção é extremamente arraigada.

A sexta questão pergunta o que é a grande mancha vermelha em Júpiter. O índice de acerto dessa questão no pré-teste foi satisfatório, uma vez que não podemos tomar essa informação como trivial no nível escolar em que estão os estudantes participantes da atividade.

Acredita-se que as opções contribuíram para que os alunos alcançassem a resposta correta. No pós-teste, nenhum aluno errou a questão. No filme exibido, a mancha de Júpiter tem certo destaque e é mencionado que se trata de uma tempestade que já dura 400 anos, fato que impressiona os alunos e contribui para a retenção da informação, eliminando o efeito dos distratores da questão.

A sétima questão aborda, em quatro itens para serem avaliados como verdadeiros ou falsos, características específicas dos planetas, presentes na grande maioria dos livros didáticos de Ciências do Ensino Fundamental. A média de acerto dos itens que compõem essa questão foi a mais elevada no pré-teste. Isso indica que os alunos, em geral, possuem informações e conhecimentos específicos sobre os planetas do Sistema Solar. No pós-teste, a média de acerto se manteve elevada, porém registrou um aumento menor em relação às demais questões.

Finalmente, nota-se a presença de dois distratores que não receberam nenhuma marcação no pré-teste. No pós-teste, por sua vez, tal número sobe para dez, o que nos permite inferir que a intervenção foi eficaz para que os estudantes pudessem sofisticar suas concepções acerca do Sistema Solar, levando-os a não incorrerem no mesmo erro.

A intervenção mostrou-se útil, também, para que se possa identificar preconceções que os estudantes possuem, seja devido ao senso comum, seja devido a informações distorcidas ou incompletas fornecidas pela mídia ou mesmo por textos didáticos.

Identificar e reconhecer a existência de tais preconceções é extremamente importante para que se possa aprimorar não somente nossa abordagem acerca de determinados assuntos da Astronomia, ou qualquer ramo do conhecimento, mas também para auxiliar na elaboração de atividades e materiais didáticos que possam ser desenvolvidos em sala de aula, mesmo sem o recurso de um dispositivo sofisticado como um planetário.

Assim, pode-se denotar que o desenvolvimento de atividades e intervenções em ambientes não formais de ensino e aprendizagem como um planetário são extremamente úteis não apenas como um meio inovador e atrativo de se aprender, e também, para se preparar melhor futuros professores.

5 Considerações finais

Os planetários vêm consolidando um papel de destaque na educação não formal nos últimos anos. Faz-se necessário, portanto, investigar as potencialidades deste ambiente atraente e dinâmico para o ensino de Astronomia. Tendo em vista os objetivos deste trabalho, desenvolveu-se uma atividade apoiada em um dos recursos dos projetores digitais que é a exibição de filmes em formato *fulldome*, específicos para projeções em cúpulas.

Comparando-se os resultados do pré e do pós-teste, é possível verificar que a atividade desenvolvida no planetário da UFSJ contribuiu de forma significativa para o aumento no desempenho dos estudantes, indicando, de uma forma muito promissora, que o uso do planetário tem grande potencial para contribuir de maneira relevante com os processos de ensino e aprendizagem.

A média das notas obtidas no questionário aumentou de 39% para 84% e com o índice de acerto mínimo das questões do pós-teste de 64%. Todos os alunos que puderam aumentar suas notas o fizeram no pós-teste, demonstrando que a atividade contribuiu para aumentar o conhecimento dos alunos sobre os planetas do Sistema Solar. A partir destes resultados iniciais, pode-se intuir que o desenvolvimento sistemático de atividades no planetário tem potencial para fomentar a discussão de tópicos relevantes da Astronomia com estudantes do Ensino Médio, não apenas despertando seu interesse, como também, contribuindo para a consolidação do seu conhecimento.

A análise da atratividade dos itens nos testes, sobretudo dos distratores de cada uma das questões, revelou que, tão importante quanto a diferença do desempenho dos estudantes nos testes, foi verificar que a atividade desenvolvida contribuiu para a superação de algumas concepções inadequadas sobre os temas abordados.

O objetivo da nossa pesquisa não se limita apenas à simples identificação de resultados numéricos de quantidade de acertos no pré e no pós-teste, mas também, visa contribuir para a elaboração de estratégias de ensino e formas de condução das discussões oriundas das sessões do planetário.

Pode-se destacar o aspecto comportamental dos estudantes durante a sessão de cúpula. Ao contrário do ambiente normalmente inerte de vários espaços formais de educação, o planetário apresenta-se como um espaço que favorece o questionamento, as discussões e a interação entre os participantes.

Defende-se, assim como Elias, Amaral e Araújo (2007) que as instituições de ensino não podem se considerar como espaços únicos onde se possa interagir com o conhecimento científico. Deve-se buscar trabalhar também, com frequência cada vez maior, nos espaços não formais de educação. Espaços como o planetário criam condições para o ensino por meio de metodologias e currículos flexíveis, colocando o aluno como centro dos processos de ensino e de aprendizagem, por meio do desenvolvimento de diversas atividades que permitem, além da interação e da troca de informações entre indivíduos, o desenvolvimento da curiosidade e do questionamento nos estudantes.

Convém ressaltar que nosso estudo possui limitações, sobretudo advindas do formato de avaliação da aprendizagem utilizado. O questionário foi elaborado, no formato de questões de múltipla escolha, com questões cujas respostas eram

apresentadas ao longo do filme e aplicado após a sessão. Estes aspectos, somados ao fato de que o pré e pós-teste tenham sido iguais, podem levar a crer que o efeito da memorização foi preponderante no resultado do pós-teste. Para se obter evidências de aprendizagens duradoras e minimizar os efeitos da memorização, pode-se, por exemplo, aplicar um segundo pós-teste, com um intervalo de tempo maior.

A atividade desenvolvida mostrou-se profícua para o estabelecimento de elos entre o planetário e as escolas de educação básica. Aproveitando-se dos recursos multimídias do planetário, novas atividades integradoras estão sendo elaboradas, explorando temas potencialmente interdisciplinares como vida microscópica, água e floresta, grandes inventos da história, o ser humano e seus sentidos etc.

Segundo Moreira (2011), as experiências audiovisuais e o contato com ambientes diversos ao do escolar podem levar os estudantes a interpretar o mundo de um ponto de vista científico, contribuindo para compreensão de aspectos históricos, culturais, ambientais e sociais das ciências de forma geral.

Os resultados alcançados corroboram pesquisas já realizadas que indicam que planetários possuem um bom potencial a ser explorado, como espaços de educação não formal, para a identificação de preconceções e a construção do conhecimento em Astronomia. Em razão disso, mais pesquisas são necessárias para definir melhor o papel dos planetários como ambiente não formal e toda a sua capacidade para a promoção do ensino de Ciências e de Astronomia.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC, SEMTEC, 2002.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais Gerais da Educação.** Brasília: MEC, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (3º e 4º ciclos do ensino fundamental).** Brasília: MEC, 1998.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio).** Brasília: MEC, 2000.

DARROZ, LUIZ M.; SANTOS, F. M. T. Astronomia: uma proposta para promover a aprendizagem significativa de conceitos básicos de astronomia na formação de professores em nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.1, p.104-130, 2013.

ELIAS, D. C. N.; AMARAL, L. H.; ARAÚJO, M. S. T. Criação de um espaço de aprendizagem significativa no planetário do Parque Ibirapuera. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.7, n.1, 2007.

FALCÃO, D. A divulgação da astronomia em observatórios e planetários no Brasil. **ComCiência**, n.112, 2009.

FREITAS, R. A.; GERMANO, A. S. M.; AROCA, S. C. Um estudo das pesquisas em ensino e divulgação de astronomia em espaços não formais de educação no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013, Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

GAFFNEY, V. et al. Time and a Place: A luni-solar 'time-reckoner' from 8th Millennium BC Scotland. **Internet Archaeology**, v.34, 2013.

GASPAR, A. O ensino informal de ciências: de sua viabilidade e interação com o ensino formal à concepção de um centro de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.9, n.2, p.157-163, 1992.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. Atlas: São Paulo, 2008.

GONZATTI, S. E. M.; MAMAN, A. S.; BORRAGINI, E. F.; KERBER, J. C.; HAETINGER, W. Ensino de astronomia: cenários da prática docente no ensino fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.16, p.27-43, 2013.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Em Extensão**, v.7, n.1, 2008.

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

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino em Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.86-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Ciências Naturais e a formação de Professores: Potencialidades do ensino não formal de Astronomia. In: NARDI, Roberto (Org.) **Ensino de Ciências e Matemática I: Temas sobre Formação de Professores**. São Paulo: Cultura Acadêmica-UNESP, 2009a. p.225-241.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.31, n.4, p.4402, 2009b.

LUCARELLI, E. Um desafio institucional: inovação e formação pedagógica do docente universitário. In: CASTANHO, S., CASTANHO, M. **O que há de novo na educação superior: do projeto pedagógico à prática transformadora**. Campinas: Papirus, 2000.

MARANDINO, M. et al. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2004, [s. l.]. **Atas...** [s. l.], 2004.

MARQUES, J. B. V.; FREITAS, D. Instituições de educação não-formal de Astronomia no Brasil e sua distribuição no território nacional. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.20, p.37-58, 2015.

MEURER, Z. H.; STEFFANI, M. H. Objeto educacional astronomia: ferramenta de ensino em espaços de aprendizagem formais e informais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 18., 2009, [s. l.]. **Atas...** [s. l.], 2009. p.1-7.

MOREIRA, M. A. **Teorias de Aprendizagem**. 2.ed. São Paulo: Pedagógica Universitária, 2011.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. **Uma introdução à pesquisa quantitativa em Ensino**. Porto Alegre: Dos Autores, 2008. Disponível em:<http://pesquisaeducacaoufrgs.pbworks.com/w/file/fetch/52798222/pesquisa_quantitativa_em_ensino.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2017.

OLIVEIRA, G. M. O ensino de ciências em planetários: perspectiva interdisciplinar sobre as sessões de cúpula. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências. **Dissertação de Mestrado**. Universidade Cruzeiro do Sul. 2010.

PAGANO, M.; GAUVREAU, K. **Princípios de Bioestatística**, São Paulo: Thomson Learning, 2004.

PIEKARZ, A.H. et al. Adaptação e validação de um teste diagnóstico de concepções espontâneas em mecânica. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 15., 2003, Curitiba. **Atas...** Curitiba, 2003.

PORTO, F. S.; ZIMMERMAN, E.; HARTMANN, A. M. Exposições museológicas para aprendizagem de Física em espaços formais de educação: um estudo de caso. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.27, n. 1, p. 26-62, 2010.

ROMANZINI, J.; BATISTA, I. L. Os planetários como ambientes não-formais para o ensino de ciências. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. Florianópolis. **Atas...** Florianópolis, 2009.

SPIEGEL, M. R. **Estatística - Coleção Schaum**. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

VILAÇA, J.; LANGHI, R.; NARDI, R. Planetários enquanto espaços formais/não-formais de ensino, pesquisa e formação de professores. ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 9., 2013. Águas de Lindóia. **Atas...** Águas de Lindóia, 2013.

Artigo recebido em 27/01/2017.

Aceito em 23/05/2017.

REPRESENTAÇÕES SOCIAIS DE ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO INTEGRADO SOBRE ASTRONOMIA

*José Isnaldo de Lima Barbosa*¹
*Marcos Rincon Voelzke*²

Resumo: Os temas relacionados à Astronomia nem sempre são trabalhados de forma adequada no sistema formal de educação, assim como, sua divulgação na mídia é muitas vezes carregada de sensacionalismo, no entanto, nesse contexto os estudantes vão formando suas explicações a respeito. Logo, esse trabalho tem o objetivo de identificar as possíveis representações sociais de estudantes do Ensino Médio Integrado sobre o termo indutor Astronomia. Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, descritiva, para tanto, adota-se uma abordagem quali-quantitativa, os procedimentos para a obtenção dos dados ocorreram na forma de levantamento, e os sujeitos envolvidos foram 653 estudantes do Ensino Médio Integrado. Os resultados indicam que os discentes pesquisados possuem representações sociais do objeto Astronomia, as quais são alicerçadas em elementos provenientes do espaço formal de educação, e também divulgados na mídia, além disso, demonstram que os estudantes têm informações sobre Astronomia, e uma posição valorativa em relação a esta ciência.

Palavras-chave: Astronomia; Teoria das Representações Sociais; Teoria do Núcleo Central; Análise prototípica; Mídia; Estudantes do Ensino Médio Integrado.

REPRESENTACIONES SOCIALES DE LOS ESTUDIANTES DE LA ENSEÑANZA SECUNDARIA INTEGRADA SOBRE ASTRONOMÍA

Resumen: Los temas relacionados a la astronomía no siempre son trabajados de manera adecuada en el sistema formal de educación, y su divulgación en los medios de comunicación está muchas veces, cargada de sensacionalismo. No obstante, es en este contexto que los estudiantes van formando sus explicaciones al respecto. De esta forma, este trabajo tiene el objetivo de identificar las posibles representaciones sociales de estudiantes de la enseñanza secundaria integrada sobre el término inductor Astronomía. Se trata de una investigación de naturaleza básica, descriptiva, y para ello se adopta un enfoque cuali-cuantitativo. Los procedimientos para la obtención de los datos sucedieron en la forma de *survey*, y los sujetos involucrados abarcaron 653 de estudiantes de la enseñanza secundaria integrada. Los resultados apuntan que los estudiantes investigados poseen representaciones sociales del objeto Astronomía, las cuales son basadas en elementos provenientes del espacio formal de educación, y también en los medios de comunicación. Además, demuestran que los estudiantes tienen informaciones sobre Astronomía, y una posición valorativa en relación a esta ciencia.

Palabras clave: Astronomía; Teoría de las Representaciones Sociales; Teoría del Núcleo Central; Análisis Prototípico; Medios de Comunicación; Estudiantes de la Enseñanza Secundaria Integrada.

SOCIAL REPRESENTATIONS OF THE INTEGRATED HIGH SCHOOL STUDENTS ABOUT ASTRONOMY

Abstract: Astronomy issues are not always adequately handled in the formal education system, as well as, their dissemination in the media is often loaded with sensationalism. However, in this context the students are forming their explanations about it. Therefore, this work has the objective of identifying the possible social representations of students from the Integrated High School on the inductor term Astronomy. It is basically a descriptive research, therefore, a quali-qualitative approach was adopted. The

¹ Instituto Federal de Alagoas – IFAL – Campus Satuba. E-mail: <joseisnaldo@gmail.com>.

² Universidade Cruzeiro do Sul – UNICSUL. E-mail: <mrvoelzke@hotmail.com>.

procedures for obtaining the data occurred in the form of a survey, and they involved 653 subjects students from the Integrated High School. The results indicate that the surveyed students have social representations of the object Astronomy, which are based on elements from the formal education space, and also disclosed in the media. In addition, they demonstrate that the students have information about Astronomy, and a value judgment in relation to this science.

Keywords: Astronomy; Theory of Social Representations; Central Core Theory; Prototypic Analysis; Media; High School Students.

1 Introdução

Os conteúdos relacionados à Astronomia perpassam por quase todos os níveis de ensino da Educação Básica no Brasil, pelo menos é o que está posto nos documentos oficiais que orientam a construção das componentes curriculares que têm esse fim, mais precisamente em Ciências no Ensino Fundamental (anos iniciais e finais), Geografia (anos finais) e Física no Ensino Médio, tais instruções são detectadas principalmente nos PCN – Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Fundamental (BRASIL, 1997 e 1998), e os seus complementos para o Ensino Médio – PCN+ (BRASIL, 2002).

Estes documentos oficiais orientam que os temas concernentes a Astronomia devem ser abordados desde os Anos Iniciais do Ensino Fundamental, visto que, “o papel da Astronomia inclui promover no público o interesse, a apreciação e a aproximação pela ciência geral”. Além disso, “como conteúdo a ser ensinado, a Astronomia também possui certo grau de potencial motivador tanto para alunos como para professores”, pois estes se caracterizam por possuírem “uma universalidade e um caráter inerentemente interdisciplinar” (LANGHI; NARDI, 2013, p.108), sendo portanto, fundamental no processo de formação de uma cultura científica entre os cidadãos.

Assim, é de se esperar que os professores das disciplinas citadas em algum momento de sua atividade profissional se defrontarão com a necessidade de trabalharem com os conteúdos de Astronomia. Todavia, os docentes dos anos iniciais do Ensino Fundamental são geralmente formados em Pedagogia, e os dos anos finais em ciências biológicas, dessa forma, os “conceitos fundamentais de Astronomia não costumam contemplar estes cursos de formação, levando muitos professores a simplesmente desconsiderar conteúdos deste tema em seu trabalho docente” (LANGHI; NARDI, 2013, p.93). Isto é, como sintetizam Carneiro e Longhini (2015, p.12), o ensino de Astronomia na Educação Básica do Brasil, seja nos espaços formais ou não formais de educação apresenta um “quadro frágil e deficiente”.

Com relação ao Ensino Médio, surge aqui uma possível incoerência, pois as Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física (BRASIL, 2001) que orientam a organização das licenciaturas, em nenhum momento destacam se e como os temas de Astronomia devem ser trabalhados na formação do futuro professor de Física. Neste sentido, em duas pesquisas as quais tinham o objetivo de analisar as estruturas curriculares de licenciaturas em Física Brasil afora, Bretones (1999), destaca que de 70 cursos pesquisados apenas 17% destes apresentavam alguma disciplina obrigatória com temas de Astronomia. Quinze anos após, a quantidade de cursos de licenciatura em Física no Brasil quase dobra, no entanto, Justiniano *et al.* (2014), apontam que de 132 cursos analisados apenas 15% destes apresentavam alguma disciplina obrigatória de Astronomia na sua estrutura curricular. Dessa forma, “fica claro que são pouquíssimas

as oportunidades, no país, para que os professores tenham uma formação inicial para lecionar conteúdos de Astronomia” (BRETONES, 2006, p.16), fato esse também discutido nos trabalhos de Faria e Voelzke (2009) e Gonzaga e Voelzke (2015).

Por outro lado, nos dias atuais existe uma forte conexão entre a mídia e o corpo social em estudo, isto é, “grande parte dos indivíduos da sociedade não se reconhece em uma vida na sociedade moderna sem a convivência com os produtos da mídia, independentemente da predileção de veículos” (BRAGA; TUZZO, 2010, p.6). Nesse contexto, os temas relacionados à Astronomia têm um significativo espaço de exposição através dos meios de comunicação de massa.

No entanto, de acordo com Langhi e Nardi (2013, p.188), Carneiro e Longhini (2015, p.11), essa divulgação científica nem sempre ocorre de forma adequada, pois algumas vezes tais temas são abordados com uma dose de “espetacularização” e “sensacionalismo” o que é repudiado pela comunidade acadêmica. Todavia, é neste cenário, que a juventude cada vez mais busca informações ou tem acesso às notícias sobre as curiosidades e as descobertas da Astronomia, fato que contribui sem dúvida para que os assuntos ligados a esta ciência sejam discutidos no interior dos vários grupos sociais, dentre os quais estão os estudantes de Ensino Médio.

Neste sentido, transitando entre o sistema formal de educação, e o acesso cada vez mais exequível aos meios de comunicação de massa, principalmente a internet, os estudantes vão formando suas explicações a respeito dos fenômenos estudados pela Astronomia, pois, passam a construir suas opiniões, suas crenças, e suas atitudes referentes a este objeto ou a esta situação, e tais proposições vão sendo elaboradas provavelmente a partir do contato com a transposição do conhecimento científico, sintetizado e divulgado através destes meios. Assim, os vários temas e curiosidades sobre a Astronomia, os quais são frequentemente expostos na mídia, podem forjar um caminho para que o termo indutor Astronomia possa ser um objeto passível de ser portador de representações sociais entre o grupo social pesquisado.

Logo, esse trabalho tem o objetivo de identificar as possíveis representações sociais de estudantes do Ensino Médio Integrado sobre o termo indutor Astronomia, pois os resultados obtidos podem colaborar na discussão sobre a importância ou não do ensino de Astronomia nos níveis educacionais apontados, assim como, esclarecer o impacto que a educação formal por um lado e os meios comunicação por outro têm nesse processo.

Isto posto, a teoria das representações sociais – TRS amolda-se de forma compreensível nesse estudo, pois tais representações manifestam-se na práxis diária de cada grupo social, na medida em que cada indivíduo necessita interagir coletivamente, e, por conseguinte, a representação vai sendo elaborada e divulgada naquela coletividade, em consequência disto, tal conhecimento e ou representação passa a fazer parte da estrutura cognitiva de cada membro daquele grupo social.

1.1. A teoria das representações sociais – TRS

A teoria das representações sociais teve seu início em 1961 através de estudos realizados pelo psicólogo social romeno radicado na França Serge Moscovici, no Brasil, o seu desenvolvimento se dá a partir da realização da I Jornada Nordeste de Psicologia, a qual ocorreu na cidade de Fortaleza no ano de 1982, fato que vem se ampliando com a

realização no Brasil de algumas Jornadas Internacionais de Representação Social – JIRS.

Conforme descreve Farr (1994), Moscovici elaborou sua teoria apoiado nos fundadores das ciências sociais na França, principalmente Durkheim, ou seja, “existe uma clara continuidade entre o estudo das representações coletivas de Durkheim e o estudo mais moderno, de Moscovici sobre representações sociais” (FARR, 1994, p.32).

Assim, no sentido de demarcar um espaço para as representações sociais Moscovici (2010, p.45-46), argumenta que as representações coletivas propostas por Durkheim eram muito abrangentes, e incluíam “uma cadeia completa de formas intelectuais”, tais como, “ciência, religião, mito, modalidades de tempo e espaço, etc.”, dessa forma, “qualquer tipo de ideia, emoção ou crença que ocorresse dentro de uma comunidade” faria parte dessas representações coletivas.

No entanto, para Moscovici (2010, p.46) além da concepção das representações coletivas serem bastante estáticas, era impossível “cobrir um raio de conhecimento e crenças tão amplo”, e mais, conhecimento e crença são “demasiado heterogêneos”, e, portanto, “não podem ser definidos por algumas características gerais”. Assim, Moscovici (2010) renova as análises de Durkheim fazendo a seguinte síntese:

[...] se no sentido clássico as representações coletivas se constituem em um instrumento explanatório e se referem a uma classe geral de ideias e crenças (ciência, mito, religião, etc.), para nós, são fenômenos que necessitam ser descritos e explicados. São fenômenos específicos que estão relacionados com um modo particular de compreender e de se comunicar – um modo que cria tanto a realidade como o senso comum. É para enfatizar essa distinção que eu uso o termo “social” em vez de “coletivo” (MOSCOVICI, 2010, p.49).

Assim, em consonância com Jodelet (2001) e Moscovici (2010), para essa nova abordagem as representações sociais passam a representar aqueles fenômenos que surgem através do diálogo entre indivíduo e sociedade, são estruturas dinâmicas e específicas da coletividade atual, as quais têm nos meios de comunicação de massa o seu maior multiplicador.

Quanto à conceituação de representações sociais, os estudiosos dessa teoria apontam que não é uma tarefa fácil, pois esse termo “designa tanto um conjunto de fenômenos quanto o conceito que os engloba e a teoria construída para explicá-los, identificando um vasto campo de estudos psicossociológicos” (SÁ, 2002, p.29).

Neste sentido, o próprio Moscovici declinou dessa tarefa, qual seja, de expor uma definição terminante para as representações sociais, isso, “por julgar que uma tentativa nesse sentido poderia acabar resultando na redução do seu alcance conceitual” (SÁ, 2002, p.30). Porém, em algumas das suas ponderações sobre o tema, o autor sugere algumas pistas para este empreendimento, quais sejam:

A representação social é um corpus organizado de conhecimento e uma das atividades psíquicas graças às quais os homens tornam inteligível a realidade física e social, inserem-se num grupo ou numa ligação cotidiana de trocas e liberam os poderes de sua imaginação (MOSCOVICI, 1978, p.28).

Por representações sociais, entendemos um conjunto de conceitos, proposições e explicações originado da vida cotidiana no curso de comunicações interpessoais. Elas são o equivalente, em nossa sociedade, dos mitos e sistemas de crenças das sociedades tradicionais; podem também ser vistas como a versão contemporânea do senso comum (MOSCOVICI, 1981 apud SÁ, 2002, p.31).

De qualquer forma, vários pesquisadores das representações sociais têm se esforçado no sentido de apresentar um conceito que dê conta do entendimento sobre os aspectos desses fenômenos, para tanto, serão expostos aqui conceitos elaborados por alguns autores que têm auxiliado no desenvolvimento dessa teoria. Inicialmente, serão destacadas algumas concepções de Jodelet (2001) sobre o tema, as quais alicerçam o caminho para a busca deste empreendimento, quais sejam:

1. Criamos representações sociais porque necessitamos nos ajustar ao mundo a nossa volta, ou seja, “precisamos saber como nos comportar, dominá-lo física ou intelectualmente, identificar e resolver os problemas que se apresentam”.
2. As representações sociais “nos guiam no modo de nomear e definir conjuntamente os diferentes aspectos da realidade diária, no modo de interpretar esses aspectos, tomar decisões e, eventualmente posicionar-se frente a eles de forma defensiva”.
3. As representações sociais “circulam nos discursos, são trazidas pelas palavras e veiculadas em mensagens e imagens midiáticas, cristalizadas em condutas e em organizações materiais e espaciais”.
4. As representações sociais “estão ligadas tanto a sistemas de pensamento mais amplos, ideológicos ou culturais, a um estado dos conhecimentos científicos, quanto à condição social e à esfera da experiência privada e afetiva dos indivíduos” (JODELET, 2001, p.18-21).

Assim, para Jodelet (2001, p.22), representação social “é uma forma de conhecimento, socialmente elaborada e partilhada, com um objetivo prático, e que contribui para a construção de uma realidade comum a um conjunto social”.

De acordo com Abric (2003, p.38), “uma representação social é um conjunto organizado e estruturado de informações, crenças, opiniões e atitudes; ele constitui um sistema sociocognitivo particular, composto de dois subsistemas: um sistema central (ou núcleo central) e um sistema periférico”.

Conforme Sá (1998, p.50), “as representações sociais são alguma coisa que emerge das práticas em vigor na sociedade e na cultura e que as alimenta, perpetuando-as ou contribuindo para a sua própria transformação”.

Como se vê as representações sociais se alimentam das relações entre os indivíduos e o seu meio social e físico, pois, a partir destas o sujeito poderá interpretar sua realidade, e assim, regular suas condutas e habilidades necessárias para o processo de convivência nestes meios, nesse sentido a representação social será uma espécie de manual que orientará as ações e as relações sociais de cada pessoa.

De forma sintética, verifica-se que as representações sociais têm papel essencial na dinâmica das relações entre indivíduos e sociedade, assim, é necessário discutir sobre o lugar que estas representações “ocupam em uma sociedade pensante”.

Nesse sentido Moscovici (2010) destaca que uma coletividade pode ser dividida em duas classes distintas, ou dois universos, com suas concepções próprias a respeito do pensamento, os quais são denominados de universos consensuais e reificados.

Logo, “em um universo consensual, a sociedade é vista como um grupo de pessoas que são iguais e livres, cada um com possibilidade de falar em nome do grupo e sob seu auspício”, já, “num universo reificado, a sociedade é vista como um sistema de diferentes papéis e classes, cujos membros são desiguais” (MOSCOVICI, 2010, p.50-51).

Dessa forma, Moscovici (2010) destaca que as representações sociais pertencem exclusivamente ao universo consensual, por outro lado, dentro do universo reificado estão as ciências, ou o conhecimento científico “que trazem as novidades das descobertas, teorias, invenções, veiculadas pelos especialistas das várias profissões” (PEREZ, 2008, p.35).

1.1.1. Processos que criam as representações sociais

Mas para que e porque as representações sociais são criadas? Como destacado anteriormente estas representações são o alimento das relações entre o indivíduo e o grupo social ao qual pertence, portanto, são elementos inerentes a uma determinada coletividade.

Nesse contexto, para Moscovici (2010, p.54), “a finalidade de todas as representações sociais é tornar familiar algo não familiar, ou a própria familiaridade”. O autor argumenta que “o não familiar atrai e intriga as pessoas e comunidades enquanto, ao mesmo tempo, as alarma, as obriga a tornar explícitos os pressupostos implícitos que são básicos ao consenso” (MOSCOVICI, 2010, p.56).

Neste sentido, Moscovici (2010, p.58), destaca que “a tensão básica entre o familiar e o não familiar está sempre estabelecida, em nossos universos consensuais, em favor do primeiro”, na sequência o autor depreende que:

Quando tudo é dito e feito, as representações que nós fabricamos – duma teoria científica, de uma nação, de um objeto, etc. – são sempre o resultado de um esforço constante de tornar comum e real algo que é incomum (não familiar), ou que nos dá um sentimento de não familiaridade (MOSCOVICI, 2010, p.58).

Assim, para que esse processo seja efetivado, isto é, que ocorra a transformação do não familiar em familiar, dois mecanismos são acionados, o primeiro como destaca Moscovici (2010), busca ancorar as concepções alternativas ou estranhas, de modo que estas sejam categorizadas e transformadas em representações comuns, e, portanto familiares ao indivíduo. O segundo mecanismo, tem o propósito de tornar algo que é abstrato em praticamente concreto, ou seja, ocorre quando de alguma forma o indivíduo transforma uma ideia presente na sua mente em algo perceptível no terreno físico. Tais mecanismos são denominados de ancoragem e objetivação.

Logo, ancoragem “é um processo que transforma algo estranho e perturbador, que nos intriga, em nosso sistema particular de categorias e o compara com um paradigma de uma categoria que nós pensamos ser apropriada” (MOSCOVICI, 2010,

p.61), ou ainda, “consiste na integração cognitiva do objeto da representação a um sistema de pensamento social pré-existente e nas transformações implicadas em tal processo” (JODELET, 1984 apud SÁ, 2002, p.46). Já a objetivação “consiste em uma operação imaginante e estruturante, pela qual se dá uma forma – ou figura – específica ao conhecimento acerca do objeto, tornando concreto, quase tangível, o conceito abstrato, como que materializando a palavra” (JODELET, 1984 apud SÁ, 2002, p.47), por sua vez, Moscovici (2010, p.61) afirma que “objetivar é descobrir a qualidade icônica de uma ideia, ou ser impreciso; é reproduzir um conceito em uma imagem”.

1.2. A Teoria do Núcleo Central – TNC

A Teoria das Representações Sociais já está de certa forma alicerçada no meio acadêmico brasileiro, no entanto, para o desenvolvimento de uma investigação nessa área é necessário antes de tudo que cada pesquisador escolha uma das três correntes teóricas complementares a TRS.

A primeira delas chamada de “culturalista” ou “processual” é a “mais fiel à teoria original, liderada por Denise Jodelet em Paris”, a segunda é conhecida como abordagem societal, ou “sociogenética”, e, portanto busca “uma perspectiva mais sociológica” da TRS, é “liderada por Willem Doise, em Genebra”, e por fim, a corrente denominada de “estruturalista” ou abordagem estrutural, ou ainda Teoria do Núcleo Central – TNC, a qual, “ênfatisa a dimensão cognitivo-estrutural das representações, liderada por Jean-Claude Abric, em *Aix-en-Provence*” (SÁ, 1998, p.65). Dessa forma, para o desenvolvimento dessa pesquisa, será adotada a corrente estrutural das representações sociais.

A TNC foi concebida inicialmente em 1976 através da tese de *Doctorat d'État* de Jean-Claude Abric – *Jeux, conflits et représentations sociales, na Université de Provence* e apresenta um tratamento complementar a chamada “grande teoria” que é a TRS, após uma década essa abordagem se tornou uma valiosa opção metodológica para o estudo das representações sociais de maneira mais objetiva e sistemática.

Logo, a TNC foi proposta inicialmente através de uma hipótese sobre a composição interna das representações sociais, a qual foi elaborada nos seguintes termos: “a organização de uma representação social apresenta uma característica específica, a de ser organizada em torno de um núcleo central, constituindo-se em um ou mais elementos, que dão significado a representação” (ABRIC, 1998, p.31). Neste sentido, a ideia de “núcleo central” ou “sistema central”, está relacionado “a um subconjunto de elementos em torno do qual as representações sociais são organizadas” (CAMPOS, 2003, p.22). Pois, considerando o conjunto total de cognições relativas às representações conhecidas para um determinado objeto, alguns destes elementos terão uma atribuição diferenciada dos restantes.

De acordo com Abric (1998, p.31), “o núcleo central é determinado, de um lado, pela natureza do objeto representado, de outro, pelo tipo de relações que o grupo mantém com este objeto e, enfim, pelo sistema de valores e normas sociais que constituem o meio ambiente ideológico do momento e do grupo”. Nesse sentido para Abric (1998) esse núcleo central apresenta duas funções, as quais atuam no processo de elaboração e manutenção de uma representação: (1) A função geradora ou genética, é a partir desta que “o significado dos elementos é criado ou transformado”; (2) Função

organizadora, é ela “que rege os elos existentes entre os elementos presentes no campo da representação, a fim de assegurar a unidade e a estabilidade desse campo” (CAMPOS, 2003, p.22).

Ainda conforme destaca Abric (1998), o elemento ou elementos pertencentes ao núcleo central de uma representação são aqueles que se apresentam mais estáveis, pois, são mais resistentes a mudanças. O autor destaca também que duas representações serão diferentes se os seus elementos centrais forem diferentes, e ainda que a centralidade de um elemento não é decorrência única de sua ampla frequência na representação, mas também, pelo fato deste propiciar significado a ela.

Além do sistema central, uma representação social é constituída também de outros elementos denominados de periféricos, para Flament (1989 apud CAMPOS, 2003, p.26) estes podem ser considerados “como esquemas organizados em torno do núcleo central, que por sua vez, é responsável pela estruturação e estabilidade, gerando o significado que atravessa a representação inteira”. Assim, têm-se o sistema periférico, o qual “é bem menos limitante, ele é mais leve e flexível”, visto que, “é a parte mais acessível e mais viva da representação”, pois, à medida que “o núcleo central constitui, de algum modo, a cabeça ou cérebro da representação, o sistema periférico constitui o corpo e a carne” (ABRIC, 2003, p.38).

Para Abric (1998) o sistema periférico possui três funções essenciais, quais sejam: (1) Concretização, neste caso os elementos constituintes resultam do processo de ancoragem da representação no mundo real, ou seja, eles possibilitam a exposição da representação em termos concretos; (2) Regulação, nessa situação os elementos periféricos têm a atribuição fundamental de permitir que a representação sofra adaptações em decorrências de possíveis mudanças no ambiente, (3) Defesa, neste caso o sistema periférico atua na proteção da própria representação, uma vez que, é uma barreira que dificulta possíveis alterações no sistema central.

Logo, Abric (1998), apreende que as representações sociais são constituídas de dois sistemas, quais sejam: o sistema central e o periférico (Quadro 1 abaixo), os quais atuam conjuntamente, formando assim uma organização única, onde cada segmento deste tem uma função particular, no entanto ambas se complementam.

Sistema Central	Sistema Periférico
Ligado à memória coletiva e a história do grupo.	Permite a integração de experiências e histórias individuais.
Consensual: define a homogeneidade do grupo.	Tolera a heterogeneidade do grupo
Estável; Coerente; Rígido.	Flexível; Tolera contradições.
Resiste a mudanças	Evolutivo
Pouco sensível ao contexto imediato	Sensível ao contexto imediato
Funções: (1) gera o significado da representação; (2) determina sua organização.	Funções: (1) permite a adaptação à realidade concreta; (2) permite a diferença de conteúdo.

Quadro 1 - Características do sistema central e do sistema periférico de uma representação.
Fonte: ABRIC (1998, p.34).

Nesse contexto:

É a existência deste duplo sistema que permite compreender uma das características básicas das representações, que pode parecer contraditória: elas são, simultaneamente, estáveis e móveis, rígidas e flexíveis. Estáveis e rígidas posto que determinadas por um núcleo central profundamente ancorado no sistema de valores partilhados pelos membros do grupo; móveis e flexíveis, posto que alimentando-se das experiências individuais, elas integram os dados do vivido e da situação específica, integram a evolução das relações e das práticas sociais nas quais se inserem os indivíduos ou os grupos (ABRIC, 1998, p. 34).

Além disso:

O núcleo central diz respeito àquelas representações construídas a partir de condições históricas particulares de um grupo social, ou seja, representações construídas pelo grupo em função do sistema de normas ao qual o mesmo está sujeito que, por sua vez, estão relacionadas às condições históricas, sociológicas e ideológicas desse grupo. Já os elementos periféricos, dizem respeito às adaptações individuais destas representações, em função da história de vida de cada membro desse grupo. Assim, enquanto o núcleo central atua como elemento unificador e estabilizador das representações sociais, construídas por um determinado grupo, os elementos periféricos constituem-se em verdadeiros sistemas que atuam no sentido de permitir certa flexibilidade as mesmas, de sorte que, diante de elementos novos, estes últimos é que são acionados para realizar as devidas “adaptações”, evitando assim, que o significado central das representações, para aquele grupo, seja colocado em questão (COSTA; ALMEIDA, 1998, p.253).

Portanto, para se conhecer as representações sociais pertinentes a um determinado objeto, resultantes da interação de um grupo social com este, é necessário de acordo com a TNC identificar o seu núcleo central e o respectivo sistema periférico, pois, com este levantamento podem-se construir parâmetros científicos, através dos quais é possível entender como os indivíduos deste grupo social e aquele objeto se organizam e se relacionam.

E mais, conhecendo-se o núcleo central e o sistema periférico de uma representação, pode-se aferir a importância daquele objeto como provedor dessa representação dentro de um determinado grupo social, neste sentido, as formas de interação daquele círculo de pessoas com o objeto podem ser discutidas de forma mais ampla e segura, com o objetivo de melhorar a postura das instituições que podem promover naquele grupo uma mudança de atitude, de opinião, e de uma proveitosa evolução do conhecimento em relação ao objeto.

1.3. Representações sociais e educação

Como destacado anteriormente, as representações sociais se alimentam das relações entre os indivíduos e o seu meio social e físico, processo esse factível nas interações presentes no sistema formal de educação. Ou seja, “apesar de ter a missão

principal de lidar com a transmissão do conhecimento, a Escola é campo propício para o estudo da influência das representações sociais sobre a prática que se realiza no interior dos seus muros” (LOUREIRO, 2003, p.114).

No entanto, como destaca Loureiro (2003), os professores não lidam com o conhecimento científico da mesma forma que um pesquisador de uma determinada área, mas sim numa perspectiva onde tais conhecimentos são verdades a serem difundidas dentro do espaço formal da educação, pois, os professores podem ser vistos como divulgadores das ciências, logo, atuam no sentido de moldar os conhecimentos produzidos no universo reificado, de maneira que os indivíduos pertencentes aos grupos sociais inerentes ao sistema formal de educação possam através dos processos de ancoragem e objetivação transformar tais conhecimentos em representações sociais, e, por conseguinte, transportá-los para o universo consensual, tornando assim o não familiar em algo familiar, e que por fim tais saberes possam ser úteis para contribuir com o comportamento e as práticas daquelas pessoas.

Neste sentido, alguns autores destacam a importância do estudo das representações sociais no campo da educação, dentre eles, Gilly (2001), Loureiro (2003), Crusoé (2004), Alves-Mazzotti (2008), Rodrigues e Rangel (2013). Pois:

A área educacional aparece como um campo privilegiado para se observar como as representações sociais se constroem, evoluem e se transformam no interior de grupos sociais, e para elucidar o papel dessas construções nas relações desses grupos com o objeto da representação (GILLY, 2001, p.322).

Por outro lado, considerando que as representações sociais são fenômenos que atuam na “dinâmica entre o conhecimento de senso comum e o conhecimento científico”, é plausível supor que este referencial teórico “oferece amplas possibilidades de investigação sobre a realidade educacional, numa perspectiva que contempla a compreensão do individual/social, enquanto elementos que só podem existir em sua inter-relação” (CRUSOÉ, 2004, p.110). E mais, “tendo as representações sociais funções de relevância para o cotidiano”, e também quando se reconhece que estas representam “algo que moverá o sujeito para uma ação ou que justifique as suas ações” (RODRIGUES; RANGEL, 2013, p.549), fica mais compreensível que é pertinente o estudo das representações sociais no que tange as situações relacionadas ao sistema formal de educação.

Desse modo, Gilly (2001) destaca que uma das linhas de pesquisa dentro do campo educacional onde a teoria das representações sociais pode ser utilizada refere-se “as significações atribuídas, pelo aluno, as situações escolares e as atividades que são realizadas na escola”, e também, “no que diz respeito aos próprios conteúdos dos conhecimentos a aprender” (GILLY, 2001, p.335).

No entanto, o autor ressalta que esse estudo em particular pode ser dificultoso à medida que se considera que os estudantes “não abordam a maioria desses objetos de ensino com a mente vazia de conteúdos, mas sim com um conjunto de representações “iniciais” e “ingênuas””, dessa forma, é necessário perceber que os fenômenos das “representações sociais relativos à escola não podem ser considerados independentes de seus vínculos com outros sistemas gerais de representações sociais, dos quais dependem” (GILLY, 2001, p.335).

1.4. Representações sociais e comunicação

Discorrer sobre os fenômenos das representações sociais, demanda essencialmente expor, como estes processos estão intimamente ligados aos princípios que regem as comunicações entre os indivíduos. Pois como destaca Moscovici (2010, p.41), “pessoas e grupos criam representações no decurso da comunicação e da cooperação”, e mais, o autor sustenta que as representações sociais têm a “finalidade primeira e fundamental de tornar a comunicação, dentro de um grupo, relativamente não problemática e reduzir o “vago” através de certo grau de consenso entre seus membros” (MOSCOVICI, 2010, p.208).

Assim, a comunicação exerce uma função essencial no processo de interações recíprocas que ocorrem entre as pessoas, e desse modo, essa interlocução vai contribuindo para a constituição do universo consensual. Ou seja, “a comunicação, sob a perspectiva da representação social, é o fenômeno pelo qual uma pessoa influencia ou esclarece outra que, por sua vez, pode fazer o mesmo em relação à primeira” (ALEXANDRE, 2001, p.118). Neste sentido, o autor da teoria das representações sociais, estabelece que a atuação da comunicação, pode ser estruturada em três níveis, quais sejam:

1. Ao nível da emergência das representações cujas condições afetam os aspectos cognitivos.
2. Ao nível dos processos de formação das representações, a objetividade e a ancoragem que explicam a interdependência entre a atividade cognitiva e suas condições sociais de exercício, nos planos da organização dos conteúdos, das significações e da utilidade que lhe são conferidas.
3. Ao nível das dimensões das representações relacionadas à edificação da conduta: opinião, atitude e estereótipo, sobre os quais intervêm os sistemas de comunicação midiáticos (JODELET, 2001, p.30).

Assim, com relação ao terceiro nível, os estudos de Moscovici (1978, 2010) destacam que os meios de comunicação de massa podem acelerar o processo de difusão das teorias científicas, neste caso exercendo um papel mediador entre os universos reificado e consensual. Dessa forma, pode-se dizer que “a mídia tem um importante papel na construção e disseminação de representações sociais, ela é capaz de fabricar, produzir e reproduzir e, ao mesmo tempo, disseminar grande quantidade de informações, reconhecidas como representações sociais”, por outro lado, “tem a função pragmática de formar e orientar os pensamentos e as atitudes dos seres humanos”, ou seja, pode influenciar “a forma como a sociedade se entende, assumindo um papel importante no comportamento e na formação dos grupos sociais” (SIMONEAU; OLIVEIRA, 2014, p.298).

Ainda com relação ao terceiro nível de atuação das comunicações no âmbito das representações sociais, as relações entre os meios de comunicação de massa, e os indivíduos, de acordo com Moscovici (apud JODELET, 2001), podem apresentar três propriedades estruturais diferentes, quais sejam: difusão, propagação e propaganda. Detalhando melhor tem-se:

1. Difusão: o meio emissor não tem por finalidade convencer, reforçar ou influenciar o receptor, mas deve transmitir um conteúdo de interesse geral para o maior público possível e conservá-lo. A divulgação científica, técnica e histórica pertencem a esta categoria, onde também se encontram as mídias de grande circulação, cujo objetivo é criar um interesse comum sobre um dado assunto, recriando o conhecimento adaptado ao público.
2. Propagação: o emissor se dirige a um grupo particular, com valores específicos, buscando integrar a novidade aos princípios que fundamentam as velhas crenças, minimizando contradições e conflitos, mantendo e justificando a integridade desse sistema de crenças. Limita-se à interpretação de fenômenos, atribuindo sentidos de acordo com as convicções do grupo, ou seja, é um modo de regulação da ortodoxia do grupo.
3. Propaganda: o desafio do emissor está em incorporar a novidade conflituosa e incompatível através da relação verdadeiro – falso, com o objetivo de diferenciar um conhecimento, onde o verdadeiro está de acordo com suas próprias perspectivas e o falso o contraria. Sua mensagem é bem estruturada em torno dessa oposição, criando estereótipos (MOSCOVICI, 1986 apud HILGER, 2013, p.49).

Neste sentido, o processo de difusão está relacionado com a construção e a diversificação de opiniões, já a propagação, que é um processo característico quando envolve a comunicação de grupos religiosos, por exemplo, tem o intuito final de estabelecer atitudes, por fim, a propaganda, que é uma propriedade da comunicação de massa associada à construção de estereótipos, pode ser estabelecida a partir de formações sociais políticas, partidos políticos por exemplo.

Assim, através destes processos, os meios de comunicação de massa (televisão, *internet*, cinema, entre outros), assim como os denominados divulgadores das ciências (jornalistas, professores, apresentadores de televisão, pesquisadores, entre outros), atuam no sentido de adequar os conhecimentos produzidos no universo reificado, de modo que este seja elaborado na forma de representação social pela coletividade em geral, ou seja, no universo consensual. Neste sentido “a mídia se configura como um grupo social específico que tem o “poder” de produzir mensagens que serão acessadas por outros grupos sociais” (SIMONEAU; OLIVEIRA, 2014, p.297).

Portanto, a indicação da importância fundamental do processo de comunicação, com relação ao fenômeno das representações sociais, pode ser esclarecida com base nos seguintes pilares: (1) “ela é um vetor de transmissão da linguagem, portadora em si mesma de representações”, (2) “ela incide sobre os aspectos estruturais e formais do pensamento social, à medida que engaja processos de interação social, influencia, consenso ou dissenso e polêmica”, (3) “ela contribui para forjar representações que, apoiadas numa energética social, são pertinentes para a vida prática e efetiva dos grupos” (JODELET, 2001, p.32).

2 Materiais e Métodos

Trata-se de uma pesquisa de natureza básica, descritiva, para tanto, adota-se uma abordagem quali-quantitativa, e os procedimentos para a obtenção dos dados efetuou-se na forma de levantamento.

O fenômeno das representações sociais é um campo de pesquisa, como destaca Sá (2002), que tem se qualificado pela diversidade de métodos de investigação, assim como, pelo constante surgimento e aperfeiçoamento de novas técnicas, tanto para a coleta dos dados, quanto para a abordagem destes. Dessa forma, adotou-se para essa investigação a denominada abordagem estrutural das representações sociais, a qual também é conhecida como Teoria do Núcleo Central.

Nesse sentido, o primeiro passo é buscar os elementos, através dos quais se possam identificar o sistema central e o periférico das representações dos estudantes citados com relação ao objeto Astronomia, para tanto, será utilizada uma técnica de coleta de dados bastante difundida entre os pesquisadores da abordagem estrutural, a qual é denominada de associação ou evocação livre.

Assim, o grupo social envolvido na resolução dos questionários de evocação livre foram estudantes do Ensino Médio Integrado, do Instituto Federal de Alagoas – IFAL, neste caso, foram interrogados 653 discentes desse instituto, sendo 267 do 1º ano, 219 do 2º ano e 167 do 3º ano, os quais se encontravam distribuídos nos campi de Satuba, Palmeira dos Índios, Penedo e Santana do Ipanema.

Para este grupo a aplicação do instrumento de pesquisa, ocorreu durante o primeiro semestre de 2015, e os estudantes interrogados são oriundos de 24 turmas, sendo oito de cada série, destas, quatro turmas foram do campus Satuba, sete do campus Santana do Ipanema, oito de Palmeira dos Índios e cinco no campus de Penedo, e as faixas etárias predominantes são: 1ª ano (14 a 17 anos); 2º ano (15 a 18 anos); 3º ano (16 a 19 anos).

O questionário utilizado na coleta de dados foi composto por duas questões que envolvem diretamente o teste de evocação livre e hierarquizada, além dessas, tal instrumento dispunha mais duas questões complementares: uma terceira questão buscava verificar quais as fontes de informação mais utilizadas pelos respondentes para ter acesso aos conhecimentos relacionados à Astronomia, neste caso, cada estudante poderia assinalar mais de uma dessas fontes, e por fim, tem-se uma quarta questão, cujo propósito é detectar se o respondente possuía algum tipo de contato com a Astronomia.

O teste de evocação livre e hierarquizado (primeira e segunda questões) foi proposto por Abric (1994, apud SÁ, 2002), e consiste em pedir ao respondente que a partir de um termo indutor, no caso, Astronomia, escreva as palavras ou expressões que lhe venham a mente naquele momento, e que tenham relação com objeto indutor. Assim para esta pesquisa, foi apresentado a cada respondente um quadro que poderia ser preenchido com até 32 palavras.

Em seguida, faz-se a hierarquização, a qual foi proposta por Vergès (1992, apud SÁ, 2002), e consiste em pedir aos próprios respondentes que façam uma classificação, ou seja, que assinalem o termo mais importante, aquele que em sua opinião está mais relacionado ao objeto indutor, e assim, sucessivamente com o segundo, o terceiro, até o limite indicado pelo pesquisador.

No caso desta pesquisa foi pedido aos respondentes que dentre aquelas palavras registradas na primeira questão, fossem escolhidos os oito termos mais significativos, mais relacionados à Astronomia, tais palavras deveriam ser escritas no quadro disponibilizado na questão dois, e em seguida deveria ser feita a hierarquização, ou seja, classificar cada evocação por seu grau de importância de um a oito, sendo o grau um o mais importante, o grau dois o segunda mais importante, e assim sucessivamente até o grau oito, que será o menos importante. Além disso, os estudantes responderam as duas questões complementares.

2.1. Procedimentos para a análise prototípica

A descrição aqui exposta refere-se ao teste de evocação livre, ou seja, para as duas questões iniciais do instrumento de coleta de dados proposto. Primeiramente os questionários respondidos foram agrupados por série, no caso do Ensino Médio Integrado. Em seguida foi feita a digitação de cada uma das oito palavras evocadas por cada um dos respondentes, seguindo a exata ordem hierárquica atribuída por estes.

Este processo de digitação foi realizado em planilhas *calc* (2016), onde cada uma destas foi posteriormente transformada num arquivo de entrada de dados para o software IRAMUTEQ (*Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires*), desenvolvido por Ratinaud (2009). No decurso desse trabalho, realizou-se também uma padronização para os termos evocados, quanto ao uso do singular ou plural, masculino ou feminino, assim como, para aqueles vocábulos com significados semelhantes.

O IRAMUTEQ “é um software licenciado por GNU GPL (v2) que permite fazer análises estatísticas sobre corpus textuais e sobre tabelas indivíduos/palavras” (CAMARGO; JUSTO, 2015, p.1). Assim, este software “permite que se trabalhe com matrizes que envolvam variáveis categoriais e listas de palavras, tais quais aquelas utilizadas para analisar tarefas de evocações livres” (CAMARGO; JUSTO, 2015, p.26).

No caso desta investigação, as variáveis categorias são: sexo, série, idade e modalidade de ensino dos estudantes pesquisados, assim como, o *rang* que representa a posição de um a oito em que cada palavra foi evocada, já as listas de palavras são compostas por oito colunas, onde cada uma destas descreve uma hierarquia. Cada um dos arquivos elaborados desta forma foi inserido no software IRAMUTEQ, através de suas funções de análise de matriz, e análise prototípica.

A análise prototípica, que é também denominada de análise de evocações ou quadro de quatro casas “é uma das técnicas mais difundidas para caracterização estrutural de uma representação social” (WACHELKE; WOLTER, 2011, p.521). Pois, é uma técnica que se fundamenta no cálculo da frequência e da ordem de evocação das palavras, e, portanto, se aplica aos dados obtidos através da associação livre de palavras, estimuladas por um termo indutor.

Assim, a frequência (F) representa a quantidade de vezes que um determinado vocábulo foi mencionado, e a ordem média de evocação - OME (ou *rang*) indica a posição em que o termo evocado foi hierarquizado pelo respondente, logo, esta coordenada exprime o grau de importância conferido a cada palavra, quanto menor for o seu valor mais significativo será o vocábulo citado em relação ao termo indutor, assim, “são as palavras com baixas ordens de evocação, lembradas primeiro, que trazem maior

interesse”, portanto “a análise prototípica nesse ponto baseia-se no princípio segundo o qual o quanto antes uma pessoa se lembra de uma palavra, maior é a representatividade dessa palavra num grupo formado por pessoas com perfil semelhante” (WACHELKE; WOLTER, 2011, p.522).

Para o cálculo da *OME* de cada palavra, utiliza-se de uma média ponderada atribuindo-se peso 1 (um) para a evocação feita em primeiro lugar (hierarquia 1), peso 2 (dois) para a evocação feita em segundo lugar (hierarquia 2) e assim por diante até o oitavo lugar (hierarquia 8), no caso desta investigação. O somatório resultante destes oito produtos dividido pela frequência daquela palavra resulta na sua *OME*, assim, considerando a palavra dois do exemplo exposto na Tabela 1 abaixo, tem-se:

$$OME = (77*1+36*2+24*3+29*4+16*5+10*6+15*7+14*8) / 221 = 3,14.$$

Palavras	Hierarquia 1	Hierarquia 2	Hierarquia 3	Hierarquia 4	Hierarquia 5	Hierarquia 6	Hierarquia 7	Hierarquia 8	F	OME
	Número Evocações									
Palavra 1	15	15	15	12	9	10	14	19	109	4,52
Palavra 2	77	36	24	29	16	10	15	14	221	3,14

Tabela 1 - Exemplo, cálculo da frequência e *OME*.

Fonte: Dados da pesquisa.

Por fim é necessário calcular também a média das frequências atribuídas a cada palavra ($F_{média}$), assim como, a média da ordem média de evocações ($OME_{média}$), processos estes, feitos através de média aritmética. Vale esclarecer então que a frequência (F) representa a quantidade de vezes que cada palavra foi mencionada, como por exemplo, a palavra um da Tabela 1 acima, ou seja, com 109 evocações, já a frequência média ($F_{média}$), representa a média aritmética de (F).

No entanto, para esta investigação os cálculos mencionados foram realizados pelo software IRAMUTEQ automaticamente, obtendo-se assim as grandezas mencionadas, ou seja, a frequência média ($F_{média}$), e a média da ordem média de evocação ($OME_{média}$), assim, “o cruzamento das duas coordenadas, classificadas em valores altos e baixos, gera quatro zonas que caracterizam o quadro de resultados da análise prototípica” (WACHELKE; WOLTER, 2011, p.522), o qual apresenta uma estrutura demonstrada no Quadro 2 abaixo.

Assim, o 1º quadrante (Quadro 2 abaixo), será preenchido pelas “palavras com alta frequência e baixa ordem de evocação: ou seja, respostas fornecidas por grande número de participantes e evocadas prontamente” (WACHELKE; WOLTER, 2011, p.522). Dessa maneira, nesta área estão os termos que possivelmente compõem o sistema central ou núcleo central das representações sociais em estudo.

O 2º quadrante comporta os termos pertencentes a 1ª periferia, são aqueles com alta frequência, no entanto, têm alta ordem de evocação o que significa que não foram evocados prontamente, mas dentro do sistema periférico são os mais importantes, e mais próximos do núcleo central.

1º Quadrante	2º Quadrante
Núcleo Central	1ª Periferia
Frequência (F) \geq Frequência Média e $OME < OME$ Média	Frequência (F) \geq Frequência Média e $OME \geq OME$ Média
3º Quadrante	4º Quadrante
Zona de Contraste	2ª Periferia
Frequência (F) $<$ Frequência Média e $OME < OME$ Média	Frequência (F) $<$ Frequência Média e $OME \geq OME$ Média

Quadro 2 - Estrutura do quadro de quatro casas, resultante da análise prototípica.
Fonte: (PEREIRA, 2012, p.44).

Ainda em conformidade com o Quadro 2 acima, no quadrante inferior esquerdo (3º quadrante), estão os vocábulos que compõem a chamada zona de contraste, eles têm uma baixa frequência, mas são evocados mais cedo, são muito importantes, pois conforme Wachelke e Wolter (2011) podem indicar duas possibilidades: ou são apenas complementos da primeira periferia, ou denotam a representação de subgrupos.

Já no quadrante inferior direito (4º quadrante) estão os termos que constituem a 2ª periferia, são aqueles com baixa frequência e alta ordem de evocação, ou seja, são pouco representativos nas duas coordenadas, e, portanto são os menos significativos da representação social.

O próprio *software* IRAMUTEQ fornece os termos componentes do núcleo central, assim como da zona de contraste, e das duas periferias, para tanto é necessário inicialmente que seja adotada a frequência mínima de corte, com isso aquelas palavras evocadas com uma frequência menor que esta frequência mínima serão eliminadas da operação.

De acordo com Wachelke e Wolter (2011), a escolha de um procedimento ou outro para definir o valor da frequência mínima de corte, pode ser realizado por razões particulares, ou seja, é importante que tal critério leve em consideração uma posterior facilitação no processo de interpretação dos dados obtidos, assim como, denote a “necessidade de ilustrar algum aspecto de resultados de pesquisa” (WACHELKE; WOLTER, 2011, p.524).

Assim, para essa investigação essa frequência mínima de corte foi adotada com o objetivo de se ter na análise prototípica um maior número de vocábulos para cada quadrante, assim como, buscou-se produzir um maior equilíbrio na zona de alta frequência, isto é, nos dois primeiros quadrantes, tais critérios são pertinentes, pois a busca pelas representações sociais de astronomia também envolveu a verificação dos elementos do núcleo central, através de um teste de centralidade. Neste sentido, para esta investigação foi adotado como frequência mínima de corte para o Ensino Médio Integrado um valor de vinte o que corresponde a aproximadamente 3% da quantidade de respondentes do questionário.

Após a escolha da frequência mínima de corte, o *software* fornece automaticamente os valores da frequência de cada palavra, que estão acima dessa frequência mínima, assim como a sua ordem média de evocação, valores estes que são apresentados juntos com os termos evocados dentro dos quatro quadrantes. O *software* calcula também a frequência média e a média da ordem média de evocação (ou *rang*), valores estes que são apresentados como as coordenadas que servirão de parâmetros para a organização do quadro de quatro casas.

2.2. Procedimentos para o teste de centralidade

De acordo com Moliner (1994, apud SÁ 2002), a saliência comprovada de alguns elementos, através do cálculo da frequência e da ordem média de evocação, pode mesmo assim, não assegurar que estes pertençam realmente ao núcleo central da representação social, neste sentido, é necessário utilizar um teste de refutação, o qual pode ser um importante instrumento indicador da centralidade desses elementos.

Metodologicamente, uma maneira de evidenciar a centralidade dos elementos propostos na análise prototípica, “consiste em perguntar aos sujeitos se, na ausência de tal cognição, o objeto de representação ainda mantém sua identidade” (SÁ, 2002, p.154). Essa é uma das técnicas que pode ser utilizada no reconhecimento ou não do núcleo central, e é denominada de *Mise en Cause* (MeC).

Nesse sentido, para a utilização do *Mise en Cause* “parte-se do pressuposto de que os elementos centrais de uma representação social são inegociáveis e sua colocação em xeque deveria induzir, necessariamente, uma mudança na mesma, não podendo mais o objeto ser reconhecido como tal por determinado grupo” (COSTA *et al*, 2012, p.251). Assim, tal procedimento de rejeição pode servir para indicar a centralidade de alguns elementos numa representação social. Ou seja, o MeC está fundamentado no emprego de uma dupla negação, logo, um elemento será confirmado como central quando este é questionado através de uma primeira negação, e isto provoca uma refutação por parte do respondente através de uma segunda negação.

Logo, de acordo com Sá (2002), Mazzotti (2006), Lima e Machado (2010), Lionel *et al* (2011), Costa *et al* (2012), o procedimento adotado para esta pesquisa foi apresentar para um grupo menor de estudantes do Ensino Médio Integrado, pertencentes ao mesmo grupo social anterior, um questionário com 25 perguntas, onde cada uma destas era composta pelo seguinte texto: Não se pode pensar em Astronomia (elemento indutor) sem pensar em X (elemento a ser testado).

Para tanto, foram escolhidos como elementos X, os 25 termos com a maior frequência, e fornecidos pelo *software* IRAMUTEQ durante o procedimento de obtenção da análise prototípica, estes englobam todos os elementos do núcleo central e da 1ª periferia, e alguns da zona de contraste e da 2ª periferia. Cada uma destas 25 questões é acompanhada de três opções, quais sejam: a) Não, não se pode; b) Sim, pode-se; c) Não sei, onde somente uma delas deveria ser selecionada pelo respondente.

Neste sentido, à medida que os respondentes consideram que não se pode pensar em Astronomia sem pensar em tal elemento X, assinalando a resposta: não, não se pode, isso indica que aqueles vocábulos identificados desta forma serão comprovadamente integrantes do núcleo central. Para tanto, a confirmação da

centralidade de um determinado termo foi obtida como sugere Flament (2001, apud COSTA *et al*, 2012), adotando-se um percentual mínimo de 75% de respostas para a letra (a), ou seja, confirmando-se a 2ª negação.

3 Resultados e Discussões

3.1. Resultados da análise prototípica

Assim, com os dados obtidos nas duas questões iniciais foi realizada uma análise prototípica com o objetivo de detectar as possíveis representações sociais dos discentes pesquisados em relação ao objeto Astronomia.

Nesta situação, o *corpus* que representa o conjunto de evocações que se pretendeu analisar, foi constituído por 5224 palavras evocadas das quais aproximadamente 419 são termos diferentes entre si, a frequência mínima de corte adotada foi vinte, a qual corresponde a aproximadamente 3% da quantidade de respondentes.

Logo, considerando todos os respondentes (estudantes do Ensino Médio Integrado), tem-se o quadro de quatro casas, representado na Tabela 2 abaixo, neste caso, o *software* IRAMUTEQ calculou para a frequência média, o valor de 89,42, bem como, a média da ordem média de evocação obtendo-se o valor de 4,40. Nesse contexto, o termo **Planetas** confirma-se como o de maior frequência para este grupo, ou seja, com 446 evocações, por outro lado o termo **Universo** é quem apresenta a menor OME para este grupo, ou seja, 2,9.

Analisando a Tabela 2 (resultante da análise prototípica), verifica-se que o possível núcleo central das representações sociais do termo indutor Astronomia indicado pelos estudantes do Ensino Médio Integrado é constituído por oito palavras, onde cinco delas (**Planetas, Astros, Galáxias, Universo e Estudo**) estão presentes em cada núcleo central de cada uma das séries pesquisadas.

Observa-se também que os componentes desse núcleo central estão relacionados aos principais temas que são objetos de estudo da Astronomia na Educação Básica, incluindo aí o elemento **Física**, o qual provavelmente foi lembrado por se tratar exatamente da componente curricular onde os conteúdos de Astronomia podem ser desenvolvidos no Ensino Médio.

Para Abric (2003, p.41), os elementos do núcleo central podem ser divididos em dois grupos, chamados de normativos e funcionais: (1) Os normativos “são diretamente originados do sistema de valores dos indivíduos”, neste caso, os termos pertencentes a este grupo são provavelmente **Astros, Espaço, Estudo e Física**, pois estes estão mais associados a um julgamento intrínseco dos próprios respondentes; (2) Já os funcionais “são associados às características descritivas e a inscrição do objeto nas práticas sociais ou operatórias”, papel este melhor atribuído aos elementos, **Planetas, Galáxias, Universo e Terra**, pois estes elementos estão mais afiliados aos entes astronômicos e que podem ser observados na prática.

Núcleo Central			1ª Periferia		
Frequência $\geq 89,42$ e OME $< 4,4$			Frequência $\geq 89,42$ e OME $\geq 4,4$		
Palavras	Frequência	OME	Palavras	Frequência	OME
Planetas	446	4,1	Estrelas	312	4,4
Astros	217	3,1	Lua	173	5,1
Galáxias	200	4,1	Sol	173	4,4
Universo	184	2,9	Satélites	156	5,4
Espaço	166	4,2	Gravidade	140	4,5
Estudo	157	3,2	Constelações	130	4,8
Física	101	3,3	Meteoros	117	5,6
Terra	95	4,2	Astronautas	110	4,6
			Telescópios	95	5,5
			Movimentos dos Astros	94	5,1
Zona de Contraste			2ª Periferia		
Frequência $< 89,42$ e OME $< 4,4$			Frequência $< 89,42$ e OME $\geq 4,4$		
Palavras	Frequência	OME	Palavras	Frequência	OME
Sistema Solar	81	3,5	Cometas	88	5,7
Astrônomos	69	3,7	Foguetes	65	5,1
Vida	57	4,1	Via Láctea	59	4,8
Pesquisas	52	3,5	Tempo	57	5,0
Tecnologia	50	3,7	Buraco Negro	56	5,7
Ciência	50	3,4	Céu	54	5,1
<i>Big Bang</i>	37	4,0	Observações	53	4,7
Cientistas	21	3,9	Cálculos	48	4,5
Corpos Celestes	20	3,5	NASA	45	4,7
			Descobertas	41	5,0
			Clima	40	5,6
			Fenômenos	39	4,9
			Luz	38	4,8
			Eclipses	38	6,0
			Atmosfera	36	4,9
			Matéria	32	4,9
			Asteroides	31	5,6
			Velocidade	28	5,0
			Gases	27	5,5
			Nave Espacial	26	6,1
			Ano luz	26	5,5
			Vácuo	21	5,3
			Cosmos	20	4,9

Tabela 2 - Quadro de quatro casas das palavras evocadas a partir do termo indutor “Astronomia”.
Fonte: Dados da pesquisa, organizados no software IRAMUTEQ.

Ainda analisando a Tabela 2 acima tem-se o sistema periférico constituído pela zona de contraste e 1ª e 2ª periferias, os elementos constituintes deste sistema são “mais acessíveis, mais vivos e mais concretos” (ABRIC, 1998, p.31), pois, tal sistema está:

Mais associado às características individuais e ao contexto imediato e contingente, nos quais os indivíduos estão inseridos. Este sistema periférico permite uma adaptação, uma diferenciação em função do vivido, uma integração das experiências cotidianas. Eles permitem modulações pessoais em referência ao núcleo central comum, gerando representações sociais individualizadas. Bem mais flexível que o sistema central, ele protege este último de algum modo, permitindo a integração de informações, e até de práticas diferenciadas. Permite também uma certa heterogeneidade de comportamentos e de conteúdo. Não se trata de um componente menor da representação, ao contrário, ele é fundamental, posto que, associado ao sistema central, permite a ancoragem na realidade. Entende-se que a heterogeneidade do sistema periférico não é sinal da existência de representações diferentes (ABRIC, 1998, p.33-34).

Neste sentido, os elementos da 1ª periferia são aqueles com alta frequência e alta ordem de evocação, e são os mais próximos do núcleo central. Já os vocábulos da 2ª periferia possuem menor frequência e alta ordem de evocação, sendo os mais distantes do sistema central. Tais elementos se caracterizam por fazerem parte do contexto astronômico mais próximo dos indivíduos pesquisados, como é revelado nos vocábulos, **Lua, Sol, Satélites, Telescópios, Observações, Foguetes, Céu, Clima, Luz, Eclipses, Atmosfera**, termos estes associados aos acontecimentos que envolvem a Astronomia na visão dos respondentes e que são mais perceptíveis e observados a partir do planeta Terra.

Outro conjunto de cognições tais como, **Gravidade, Movimentos dos Astros, Tempo, Cálculos, Fenômenos, Matéria, Velocidade, Gases, Ano Luz, e Vácuo**, estão mais associados aos conhecimentos adquiridos no sistema formal de educação e que são relacionados com o objeto indutor Astronomia.

O sistema periférico se articula com o sistema central, e isto provavelmente se estabelece quando da evocação de cognições tais como: **Estrelas, Constelações, Cometas, Via Láctea, Buraco Negro, Cosmos, Asteroides e Sistema Solar**. Além disso, o sistema periférico é flexível permitindo a adoção de informações e práticas diferenciadas, e oriundas provavelmente dos meios de comunicação de massa, tal fato pode ser evidenciado nas cognições: **Astronautas, Astrônomos, NASA e Nave Espacial**.

Já na zona de contraste estão os elementos com baixa frequência, mas que foram evocados prontamente, ou seja, estes podem evidenciar a formação de subgrupos dentro da representação social, neste sentido, pode-se destacar um subgrupo de respondentes que associam a Astronomia com o termo **Vida**, por outro lado, outro subgrupo relaciona esta ciência com **Pesquisas, Tecnologia, Ciência e Big Bang**.

3.2. Resultados das questões complementares

Para complementar a pesquisa, além das questões relacionadas ao teste de evocação livre (análise prototípica, 1ª e 2ª questões). O questionário contemplava mais duas perguntas (3ª e 4ª questões), uma relacionada aos meios de informação, através dos quais os respondentes poderiam ter acesso aos temas de Astronomia, e outra, referente ao contato destes, na prática, com esta ciência.

Assim, no Gráfico 1 a seguir, tem-se a distribuição percentual das fontes de informação possivelmente consultadas pelos respondentes para obter conhecimento sobre Astronomia (3ª questão), nesse caso, pode-se destacar que os meios de comunicação de massa, incluindo, internet, cinema e televisão, são aqueles mais utilizados pelos discentes pesquisados. Por outro lado, verifica-se também que os livros e a escola são importantes fontes de informações sobre Astronomia para os estudantes pesquisados.

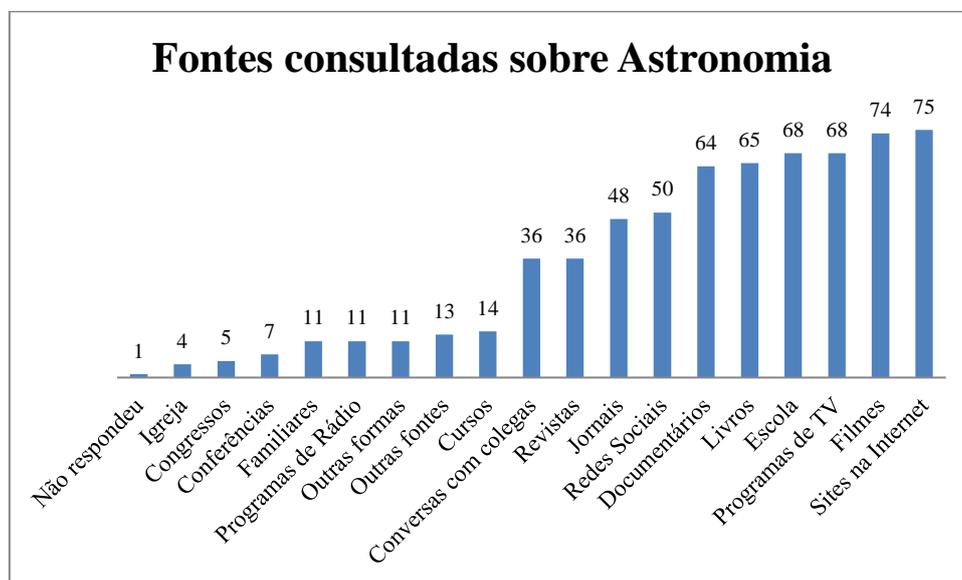


Gráfico 1 - Percentual de cada fonte de informação consultada pelos estudantes do Ensino Médio.

Fonte: Dados da pesquisa (realizado na planilha EXCEL).

Quanto à questão quatro do questionário. Os dados obtidos revelam que, 64% dos respondentes afirmam que seu único contato com a Astronomia é ou foi na escola, 17% deles apontam que já visitaram pelo menos uma vez um observatório e ou um planetário astronômico, 8% dizem que estudam Astronomia sozinhos e ou com colegas, 6% informam que já tiveram aulas preparatórias para a Olimpíada Brasileira de Astronomia, e apenas 1% destes confirmam participar de um grupo amador de Astronomia, 3% não responderam a esta questão.

Analisando os dados referentes a essas duas questões complementares, é possível conjecturar que de um modo geral as representações sociais sobre Astronomia reveladas pelos estudantes pesquisados, podem ser em parte provenientes dos meios de comunicação de massa (sites da internet, filmes, programas de TV, documentários, redes sociais, jornais e revistas), e por outra parte estão relacionadas aos temas abordados da educação formal (escola, livros, cursos).

Assim, apesar de a maioria dos estudantes afirmarem que seu único contato com a Astronomia seja na escola, ou seja, na educação formal, não pode ser descartado também o fato de que os respondentes atribuem às instituições de divulgações midiáticas serem estas as maiores fontes de informação sobre o tema, as quais têm acesso, sendo, portanto, plausível supor que as representações sociais apresentadas foram elaboradas através da união destes dois processos.

3.3. Resultados do teste de centralidade

Por outro lado, o teste de centralidade foi aplicado para 83 estudantes do Ensino Médio Integrado, do Instituto Federal de Alagoas – campus Satuba, sendo 29 do 1º ano, 26 do 2º ano, e 28 do 3º ano. Os dados obtidos estão representados na Tabela 3 abaixo.

Sistema Central			Sistema Periférico		
Palavras	Efetivo	%	Palavras	Efetivo	%
Universo	68	81,9	Estrelas	60	72,3
Espaço	66	79,5	Galáxias	60	72,3
			Estudo	59	71,1
			Astrônomos	58	69,9
			Sistema Solar	55	66,3
			Via Láctea	55	66,3
			Planetas	54	65,1
			Física	54	65,1
			Constelações	53	63,9
			Telescópios	53	63,9
			Movimentos dos Astros	53	63,9
			Cometas	53	63,9
			Tempo	51	61,4
			Astros	50	60,2
			Terra	45	54,2
			Meteoros	44	53,0
			Vida	44	53,0
			Sol	42	50,6
			Gravidade	41	49,4
			Lua	38	45,8
			Astronautas	37	44,6
			Satélites	33	39,8
			Foguetes	25	30,1

Tabela 3 - Apresenta os elementos do sistema central e periférico para o termo indutor Astronomia, obtidos através de teste de centralidade.

Fonte: Dados da pesquisa. Elaborado na planilha Calc (2016).

Como descrito na metodologia (item 2.2, acima), o teste de centralidade tem o objetivo de identificar a partir dos termos já destacados na análise prototípica, aqueles que efetivamente fazem parte do núcleo central, pois este sistema central “é constituído de um ou alguns elementos, sempre em quantidade limitada” (ABRIC, 2003, p.38).

Neste sentido, a Tabela 3 acima mostra os resultados obtidos com o teste de centralidade, onde são confirmados como elementos pertencentes ao núcleo central, àqueles que obtiveram como resposta a opção (a) não, não se pode, um total mínimo de 75% das marcações atribuídas pelos respondentes.

Com o teste de centralidade que envolveu todos os elementos do núcleo central e 1ª periferia, além de alguns termos da zona de contraste e 2ª periferia num total de 25 elementos, apenas **Universo e Espaço** foram confirmados definitivamente como

centrais. O elemento Universo aparece na análise prototípica com uma frequência de 184 evocações, além disso, sua ordem média de evocação foi a menor dentre todos os termos destacados no quadro de quatro casas. Já o termo Espaço é destacado na análise prototípica com 166 evocações.

Portanto, considerando as conjecturas apontadas na abordagem estrutural das representações sociais, dentre as quais tem-se “que os elementos do núcleo central constituem prescrições absolutas”, e que “o essencial do núcleo central de uma representação social é exatamente constituído pelos valores associados ao objeto representado” (ABRIC, 2003, p.39), é que pode-se pressupor que os dois elementos apontados pelo grupo social pesquisado são coerentes e foram ativados em consonância com o contexto social em que vivem, o qual é composto pelas interações no sistema formal de educação, e os meios de comunicação de massa.

Por outro lado, as representações sociais como um todo são constituídas por um duplo sistema, ou seja, o sistema central e o periférico, logo os elementos periféricos da representação social em questão são apontados tanto na análise prototípica quanto no teste de centralidade, e este sistema periférico não deve ser desprezado, pois “é dentro da periferia que se vive uma representação social no cotidiano” (FLAMENT, 1994, apud CAMPOS, 2003, p.27).

4 Considerações Finais

Neste trabalho foram investigadas as possíveis representações sociais de estudantes do Ensino Médio Integrado sobre o termo indutor Astronomia, tal processo foi concebido através de uma técnica denominada de análise prototípica, além disso, foi utilizado outro método denominado de teste de centralidade, o qual tem o objetivo de confirmar os elementos centrais da representação social.

Neste sentido, conclui-se que os estudantes pesquisados possuem representações sociais do objeto Astronomia, e que estas representações estão apoiadas tanto nos elementos que compõem o campo de estudo dessa ciência, (**Planetas, Astros, Galáxias, Universo, Terra, Estrelas, Lua, Sol, Constelações, Meteoros, Sistema Solar, Cometas, Via Láctea, Buraco Negro, Céu, Corpos Celestes, Eclipses, Asteroides e Cosmos**), passando por aqueles que integram o conjunto de equipamentos utilizados nesses estudos, assim como os profissionais que desenvolvem tais atividades na opinião dos respondentes (**Satélites, Telescópios, Foguetes, Observações, Astronautas, Astrônomos, NASA, Descobertas, e Nave Espacial**), quanto, naqueles elementos que denotam a importância dessa ciência no âmbito do espaço formal de educação e no desenvolvimento da pesquisa e da tecnologia em prol da preservação da vida na Terra (**Espaço, Estudo, Física, Gravidade, Movimentos, Vida, Pesquisas, Tecnologia, Ciência, Big Bang, Tempo, Cientistas, Cálculos, Clima, Fenômenos, Luz, Atmosfera, Matéria, Velocidade, Gases, Ano Luz e Vácuo**).

Além disso, percebeu-se também que tais representações, são por um lado, alicerçadas em elementos que fizeram, ou fazem parte da experiência vivida pelos pesquisados dentro do espaço formal de educação, e por outro, são embasadas em elementos possivelmente divulgados através dos meios de comunicação de massa. Tal percepção é viável na medida em que a maior parte dos investigados indica que o seu

maior contato com a Astronomia ocorre na escola, e que as fontes através das quais mais se informam sobre os fenômenos astronômicos são os meios de comunicação de massa.

Os resultados demonstram ainda que dois elementos dimensionais das representações sociais são detectados nesse estudo: (1) A dimensão da informação, nesse caso, verifica-se que o grupo social pesquisado possui informações e conhecimento sobre o objeto Astronomia, sinalizando assim que existe uma motivação para conhecer essa ciência; (2) A atitude, para essa dimensão verifica-se que o grupo pesquisado possui um posicionamento favorável com relação ao objeto, fato esse que indica a importância do ensino dessa ciência na Educação Básica.

Nesse contexto, este trabalho mostra que é importante o conhecimento das representações sociais de Astronomia, no sentido de que estas são palpáveis, e são estruturas dinâmicas e específicas da coletividade envolvida nessa pesquisa, além disso, elas se alimentam das relações entre os indivíduos em questão e o seu meio social e físico em que vivem. Logo, mesmo sendo estruturas construídas coletivamente tais representações passam a fazer parte da estrutura cognitiva dos aprendizes, pois, elas se tornam um conhecimento que pode ser chamado de sócio-cognitivo, e, portanto, elas podem operar como componente daquela que segundo Ausubel (2003) é a mais importante variável a ser detectada na estrutura cognitiva do aprendiz, e, por conseguinte, deve ser valorizada no processo de ensino-aprendizagem, que são os conhecimentos prévios relevantes.

Além disso, o conhecimento de tais representações implica uma adequação na postura dos professores quando do desenvolvimento de atividades envolvendo os temas referentes à Astronomia, ou seja, não devem ser desprezadas como fontes possíveis de informação aquelas incluídas nos meios de comunicação de massa.

Neste sentido seria pertinente o desenvolvimento de novas investigações, para se conhecer as possíveis representações sociais de Astronomia elaboradas por professores em atuação na Educação Básica, e que estão envolvidos no processo ensino-aprendizagem desta ciência. Por outro lado, os principais elementos constituintes do núcleo central das representações sociais de Astronomia aqui abordados também poderiam ser investigados como possíveis portadores de representações sociais.

Referências

ABRIC, J. C. A abordagem estrutural das representações sociais. In: MOREIRA, A. S. P.; OLIVEIRA, D. C. (Orgs.). **Estudos interdisciplinares de representação social**. Goiânia: AB, 1998.

ABRIC, J. C. Abordagem estrutural das representações sociais: Desenvolvimentos recentes. In.: CAMPOS, P. H. F. e LOUREIRO, M. C. DA S. (Orgs.) **Representações sociais e práticas educativas**. Goiânia: EdUCG, 2003, p.37-58.

ALEXANDRE, M. O papel da mídia na difusão das representações sociais. **Comum**, v.6, n.17, p.111-125, 2001.

ALVES-MAZZOTTI, A. J. Representações sociais: Aspectos teóricos e aplicações a educação. **Revista Múltiplas Leituras**, v.1, n.1, p.18-43, 2008.

AUSUBEL, D. P. The acquisition and retention of knowledge: A cognitive view. Revisão científica e tradução: TEODORO, V. D.; TEOPISTO, L. **Aquisição e retenção de conhecimentos: Uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano Edições Técnicas, 2003.

BRAGA, C. F.; TUZZO, S. A. Representações sociais, atos comunicativos e mídia. Intercom - Sociedade Brasileira de Estudos Interdisciplinares da Comunicação. In: CONGRESSO DE CIÊNCIAS DA COMUNICAÇÃO NA REGIÃO CENTRO-OESTE, 12., 2010 Goiânia. **Atas...** Goiânia, 2010.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN+ ensino médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Parecer CNE/CES 1.304/2001: Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física**. Brasília: MEC, 2001.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais - 1**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais - 2**. Secretaria de Educação Fundamental. Brasília: MEC, 1998.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra) – Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias de astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 200 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade de Campinas, Campinas, 1999.

CALC, Planilha de cálculos. In.: **Libre Office: The Document Foundation**. Versão 5.2, 2016. Disponível em: <<https://pt-br.libreoffice.org/baixar/libreoffice-novo>>. Acesso em: 22 maio 2016.

CAMARGO, B. V.; JUSTO, A. M. **Tutorial para uso do software iramuteq**. Laccos, Universidade Federal de Santa Catarina. 2015. Disponível em: <<http://migre.me/tq8G7>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

CAMPOS, P. H. F. A abordagem estrutural e o estudo das relações entre práticas e representações sociais. In.: CAMPOS, P. H. F.; LOUREIRO, M. C. S. (Orgs.) **Representações sociais e práticas educativas**. Goiânia: EdUCG, 2003, p.21-36.

CARNEIRO, D. L. C. M.; LONGHINI, M. D. Divulgação científica: As representações sociais de pesquisadores brasileiros que atuam no campo da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n.20, p.7-35, 2015.

COSTA, T. L.; OLIVEIRA, D. C.; FORMOZO, G. A. Representações sociais sobre pessoas com HIV/AIDS entre enfermeiros: uma análise estrutural e de zona muda. **Estudos e Pesquisas em Psicologia**, v.12, n.1, p.242-259, 2012.

COSTA, W. A.; ALMEIDA, A. M. O. A construção social do conceito de bom professor. In: MOREIRA, A. S. P.; OLIVEIRA, D. C. (Orgs.). **Estudos interdisciplinares de representação social**. Goiânia: AB, 1998.

CRUSOÉ, N. M. C. A teoria das representações sociais em Moscovici e sua importância para a pesquisa em educação. **Aprender: Caderno de Filosofia e Psicologia da Educação**, a.2, n.2, p.105-114, 2004.

FARIA, R. Z.; VOELZKE, M. R. Análise das características da aprendizagem de Astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.4, p.4402, 2009.

FARR, R. M. Representações sociais: A teoria e sua história. In.: GUARESCHI, P. A.; JOVCHELOVITCH, S. (Orgs.) **Textos em representações sociais**. Petrópolis: Vozes, 1994, p.31-59.

GILLY, M. As representações sociais no campo da educação. In.: JODELET, D. (Org.), ULUP, L. (Tradutora). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2001, p.321-341.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Planetário digital móvel: Concepções astronômicas dos professores do litoral norte paulista. **Educação e Linguagem**, v.18, n.1. p.67-78, 2015.

HILGER, T. R. **Representações sociais de conceitos de Física Moderna e Contemporânea**. 276 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) – Programa de pós-graduação em Ensino de Física – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.

JODELET, D. **Representações sociais: Um domínio em expansão**. In.: JODELET, D. (Org.), ULUP, L. (Tradutora). **As representações sociais**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 2001, p.17-44.

JUSTINIANO, A.; REIS, T. H.; GERMINARO, D. R. Disciplinas e professores de Astronomia nos cursos de licenciatura em Física das universidades brasileiras. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n.18, p.89-101, 2014.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia: Repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2013.

LIMA, A. M.; MACHADO, L. B. Ser interessado: núcleo central das representações sociais do “bom aluno” de professoras. **InterMeio: revista do Programa de Pós-graduação em Educação**, v.16, n.32, p.202-213, 2010.

LIONEL, D.; CRESS, P.; WOLTER, R. P. Efeito das modalidades de resposta sobre a estruturação de uma representação social: o exemplo da representação dos estudos. **Revista Interamericana de Psicología**, v.45, n.2, p.211-222, 2011.

LOUREIRO, M. C. S. Representações sociais e formação de professores. In.: CAMPOS, P. H. F.; LOUREIRO, M. C. DA S. (Orgs.) **Representações sociais e práticas educativas**. Goiânia: EdUCG, 2003, p.37-58.

MAZZOTTI, A. J. O “aluno da escola pública”: o que dizem as professoras. **Revista brasileira de estudos pedagógicos**, Brasília, v. 87, n. 217, p. 349-359, set./dez. 2006.

MOSCOVICI, S. **A representação social da psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

MOSCOVICI, S. **Representações Sociais: Investigações em psicologia social**. 7. ed. Petrópolis: Vozes, 2010.

PEREIRA, C. S. **Um estudo das representações sociais sobre química de estudantes do Ensino Médio da Educação de Jovens e Adultos paulistana**. 100 p. 2012. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo.

PEREZ, M. **Grandezas e medidas: Representações sociais de professores do ensino fundamental**. Tese (Doutorado em Educação). Universidade Federal do Paraná, UFPR, Curitiba, 2008.

RATINAUD, P. **IRAMUTEQ: Interface de R pour les Analyses Multidimensionnelles de Textes et de Questionnaires** [Computer software]. 2009. Retirado de: <<http://migre.me/vrutn>>. Acesso em: 03 abr. 2016.

RODRIGUES, J. N.; RANGEL, M. A teoria das representações sociais: Um esboço sobre um caminho teórico-metodológico no campo da pesquisa em educação. **Inter-Ação**, v.38, n.3, p.537-554, 2013.

SÁ, C. P. **A construção do objeto de pesquisa em representações sociais**. Rio de Janeiro: EDUERJ, 1998.

SÁ, C. P. **Núcleo central das representações sociais**. 2.ed. Petrópolis: Vozes. 2002.

SIMONEAU, A. S.; OLIVEIRA, D. C. Representações sociais e meios de comunicação: produção do conhecimento científico em periódicos brasileiros. **Psicologia e Saber Social**, v.3, n.2, p.281-300, 2014.

WACHELKE, J.; WOLTER, R. Critérios de Construção e Relato da Análise Prototípica para Representações Sociais. **Psicologia: Teoria e Pesquisa**, v.27, n.4, p.521-526, 2011.

Artigo recebido em 03/03/2017.

Aceito em 08/05/2017.

RESENHA

Uma estrela chamada Sol e O caminho do Sol no céu

Paula Cristina da Silva Gonçalves Simon ¹

As duas obras em análise são publicações do Grupo de Ensino e Pesquisa em Astronomia (Gepeto) e foram analisadas em conjunto, uma vez que o tema central é o Sol. O grupo Gepeto é formado por Físicos, Geógrafos e Astrônomos profissionais que buscam, através da literatura infanto-juvenil, apresentar temas da Astronomia e Astrofísica de forma acessível para esse tipo de público. O grupo é coordenado pela professora Dra. Rute Helena Trevisan e é composto por 12 participantes, entre escritores e ilustradores, que estão envolvidos em pesquisas em Educação em Astronomia, o que colabora para o material produzido ter coerência em relação ao conteúdo abordado. O primeiro livro publicado pelo grupo foi “Uma estrela chamada Sol” de 2009, analisado nesta resenha, e o grupo já dispõe de seis obras ao todo, disponíveis no *site*: <sites.google.com/site/gepeastro/publicacoes>.



TREVISAN, R. H. et al. *Uma estrela chamada Sol*. Ilustrações de Ariadne Maestrello e Heloisa Pintarelli. Londrina: EdUEL, 2009. (Explorando o Universo).

Uma estrela chamada Sol é a primeira publicação infanto-juvenil disponível na página do grupo Gepeto. Nessa obra, de linguagem bem simples e acessível, são apresentadas informações básicas sobre Sol. Ele é o personagem principal e trava um diálogo com o leitor, falando sobre suas características de forma bastante lúdica e visual. As ilustrações apresentam um misto de estilo *cartoon*, com imagens grandes, contornos fortes e cores vivas, e imagens realísticas, como as de planetas e o céu estrelado.

O livro, em sua redação e ilustrações, pode contribuir para que a criança entenda que o Sol é uma estrela como as demais presentes no céu, que não tem pontas e que está localizado no Sistema Solar, juntamente com a Terra, outros planetas, asteroides, cometas etc.

A obra destaca, ainda, que a Terra e o Sol são diferentes entre si e a ilustração de nosso planeta pode contribuir para a construção da concepção de que vivemos em sua superfície. O livro também destaca que a vida na Terra depende do Sol.

¹ Mestre em Educação. Professora coordenadora, Escola Municipal "Professor Armando Grisi", Rio Claro, SP. E-mail: <paulacsgsimon@yahoo.com.br>.

Essa estrutura e organização podem favorecer a compreensão de tais assuntos para crianças que frequentam a partir da Educação Infantil, ainda que parcialmente, ou seja, desde que de forma contextualizada e relacionada com a vivência das crianças, o que pode ser muito simples, uma vez que o Sol é acessível aos sentidos: é possível sentir o calor dele emanado, perceber sua luz, explorar o cuidado de não o olhar diretamente, entre outras questões. Dessa maneira, a obra pode ser considerada mais adequada para os últimos anos da Educação Infantil e os anos iniciais do Ensino Fundamental.



QUEIROZ, V. et al. O caminho do Sol no céu. Ilustrações de Lucas Gibim Rodrigues. Londrina: EdUEL, 2012. (Explorando o Universo).

No segundo livro, “O caminho do Sol no céu”, a história inicia-se na fazenda, com um amanhecer. A avó, uma das personagens da história, dirige-se para o lado de fora da casa, estende seu braço direito para onde o Sol nasce, o esquerdo para o lado contrário e apresenta, na sequência, os lados Leste, Oeste, Norte e Sul. O texto tem o cuidado em não indicar que são os pontos cardeais exatos.

Segue o amanhecer do dia e as ilustrações mostram o caminho que o Sol percorre no céu da fazenda, do sentido Leste para o Oeste e explica que isso acontece, pois a Terra está continuamente girando do sentido Oeste para Leste e que este “giro” chama-se “Rotação”. Na sequência, o livro mostra que, como resultado disso, quando as pessoas estão acordadas no Brasil, as que estão no Japão estão dormindo e vice-versa.

Por fim, nas páginas finais do livro há um recadinho da avó explicando sobre o Sol nascer diário no lado Leste e não exatamente no ponto cardinal Leste, mudando um pouco a cada dia o local exato onde nasce.

Dessa maneira, esse livro pode contribuir para a compreensão do movimento do Sol no céu, seus pontos de nascimento no horizonte, assim como iniciar a compreensão da relação com o que é possível observar no céu com o sistema Sol-Terra.

Diferentemente do livro anterior, este possui uma abordagem um pouco mais complexa, portanto, mais adequado a partir do terceiro ano do Ensino Fundamental pela quantidade de informações e termos que são menos usuais e pouco simples de relacionar com o ambiente imediato da criança. Além disso, suas ilustrações são mais detalhadas e contém mais informações escritas em comparação com o primeiro.

A observação do nascer do Sol e seu movimento no céu são tarefas possíveis de serem desenvolvidas com crianças de forma vivencial. A partir disso, o professor pode explorar a abstração da rotação da Terra e sua relação com o que vemos no céu.

Todas essas relações podem ser mais simples, dependendo do contexto em que o adulto apresenta o livro.

Ambas as obras podem ser lidas para e por crianças, mesmo sem intervenções mais complexas, como forma de lazer e se constituem em estratégias que contribuem para auxiliar educadores no processo de ensino, especialmente, se houver o cuidado de incluir a exploração do ambiente.