



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 18, 2014

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 Aparecido 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. 18, (2014). - São Carlos (SP): UFSCar, 2014.

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

Este décimo oitavo número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) tem vários motivos para comemoração.

A RELEA está completando 10 anos de atividades. Para esta ocasião, convidamos o Prof. John Percy, ex-presidente da Comissão 46 da IAU, a escrever um texto no qual faz uma reflexão a este respeito. O Prof. Percy gentilmente nos enviou o texto: *Reflections on Ten Years of RELEA: Latin-American Journal of Astronomy Education* (Reflexões sobre os dez anos da RELEA: Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia).

Outra boa notícia é que a RELEA mudou o seu domínio para o *Open Journal System* (OJS), o que deverá facilitar o sistema de submissão, edição e acesso dos artigos.

Agradecemos especialmente ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira, recém formado pelo curso de Biblioteconomia e Ciência da Informação da UFSCar, pela mudança de domínio da RELEA para o OJS, o que demandou muito trabalho desde o layout da página até a postagem de todos os artigos e arquivos destes dez anos da Revista.

Em outubro passado, ocorreu o III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA), na Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTPR) – Sede Central, na cidade de Curitiba, PR.

Estiveram presentes cerca de 150 participantes e foram apresentados 70 painéis e 23 comunicações orais. Também foram apresentadas uma palestra, três mesas redondas e dois grupos de trabalho em encontro de pesquisa. Além disso, ocorreram dois cursos para educadores em Astronomia, três cursos para professores e três oficinas para professores.

O Caderno de Resumos dos trabalhos apresentados já pode ser obtido pelo endereço: <http://www.sab-astro.org.br/Caderno-de-resumos>. As Atas dos trabalhos completos e demais documentos estão em preparação. Uma das resoluções do evento foi a decisão sobre o IV SNEA, programado para ocorrer em Goiânia em 2016.

Neste número contamos com seis artigos:

Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio, de Carlos Maximiliano Dutra, Andressa Rossini Goulart. Este trabalho visa suprir a deficiência de atividades práticas relacionadas ao conteúdo de Leis de Kepler nos livros-textos de Física do 1º ano do Ensino Médio. É apresentada uma atividade prática de determinação da órbita de Marte, aplicada junto a dezoito professores do Curso de Especialização em Educação em Ciências.

Memórias da educação em astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema, de Gustavo Iachel e Roberto Nardi. Este artigo apresenta uma retrospectiva histórica sobre a educação em Astronomia no Brasil após 1973 com base na análise das falas de pesquisadores considerados referências nacionais. O histórico visou favorecer a compreensão sobre os contextos de desenvolvimento profissional e entender o passado na tentativa de solucionar demandas atuais e futuras na área.

Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos de ensino fundamental, de Marcos Daniel Longhini e Hanny Angeles Gomide. É apresentada uma pesquisa com alunos em atividades de observação do entorno analisando as mudanças de temperaturas, chuvas, duração do dia, tamanho das sombras e aspectos da Lua. O projeto foi desenvolvido com 95 alunos do 6º ano de uma escola pública de Uberlândia/MG. Os resultados mostraram a percepção limitada dos estudantes, que é ampliada no que se refere à Lua e sinaliza para que primeiramente compreendam como as sombras são formadas para depois trabalhar isso em Astronomia. Como conclusão, o processo

é uma etapa inicial de um trabalho que deve ser estimulado para os anos seguintes da formação dos alunos.

A teoria da abstração reflexionante e a história da astronomia, de Roberta Chiesa Bartelmebs, João Alberto da Silva e João Batista Siqueira Harres. Este trabalho é um ensaio teórico sobre alguns fatos da história da astronomia analisados segundo a teoria da abstração reflexionante elaborada por Jean Piaget e seus colaboradores. Trata-se de compreender os motivos que levaram diferentes astrônomos, da mesma época histórica e cultural, a “enxergarem” evidências tão diferentes sobre um mesmo fenômeno. Pode-se assim compreender as Ciências como construção humana, condicionadas a uma época, crenças e modos de compreender de cada cientista.

Disciplinas e professores de astronomia nos cursos de licenciatura em física das universidades brasileiras, de Artur Justiniano Roberto Junior, Thiago Henrique Reis e Daniel dos Reis Germinaro. Este trabalho teve como objetivo identificar disciplinas de Astronomia em cursos de Licenciatura em Física, quais são obrigatórias, optativas ou eletivas, cargas horárias e o período em que são oferecidas. Como resultado, em apenas 15% dos cursos existe uma disciplina obrigatória. Poucos professores são filiados à SAB e suas presenças nas instituições não implicam na existência de disciplinas obrigatórias de Astronomia nos cursos pesquisados.

As diferentes culturas na educação em astronomia e seus significados em sala de aula, de Vicente Pereira de Barros e Daniel Fernando Bovolenta Ovigli. Este estudo apresenta uma reflexão sobre o uso da História da Ciência na educação formal e o emprego de elementos culturais de grupos étnicos na educação em Astronomia. Foi desenvolvido num curso de extensão para professores de Ciências no estado de São Paulo e analisadas sequências didáticas com fundamento na lei 11.645/2008 e a obrigatoriedade de abordagem da “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena” no currículo oficial. Foram discutidos temas da História da Ciência e sua relação com cosmogonias dos povos Iorubá e Tupi.

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 especialmente ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira pela editoração dos artigos e pela mudança de domínio da RELEA para o *Open Journal System*. Também agradecemos 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

This eighteenth number of Latin American Journal of Astronomy Education (RELEA) brings several reasons to celebrate.

The RELEA is completing 10 years of activities. For this occasion, we invited Prof. John Percy, former president of Commission 46 of the IAU, to write a text in which he addresses this anniversary. Prof. Percy kindly sent us the text: *Reflections on Ten Years of RELEA: Latin-American Journal of Astronomy Education*.

Another good news is that RELEA changed its domain to the *Open Journal System* (OJS), which should facilitate the process of submitting, editing and access to the articles.

We wish to extend special thanks to Mr. Walison Aparecido de Oliveira, recently graduated from the Library and Information Science career at the UFSCar, for his work of changing the domain of RELEA to the OJS, which required a lot of work from the page layout to the posting of all articles and files published during these ten years of the Journal.

Last October, the III National Education Symposium on Astronomy (III SNEA) was held at the Federal Technological University of Paraná (UFTPR) - Headquarters in the city of Curitiba, PR.

It brought together about 150 participants and 70 panels and 23 oral communications were presented. One lecture, three round tables and two working groups meeting research were also part of the programme. In addition, there were two courses for educators in astronomy, three courses and three workshops for teachers.

The Book of Abstracts of the papers presented can now be obtained at the address: <<http://www.sab-astro.org.br/Caderno-de-resumos>>. The Proceedings of the full papers and other documents are in preparation. One of the event's resolutions was the decision on the venue of the IV SNEA, scheduled to take place in Goiânia in 2016.

In this issue we have six articles:

Determining the shape of the orbit of Mars in the high school (Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio), by Carlos Maximiliano Dutra and Andressa Rossini Goulart. This work aims to supply the deficiency of practical activities related to the content of Kepler's Laws in the textbooks of Physics of the 1st year of high school. A practical activity of determining the orbit of Mars, applied to eighteen teachers of the Specialization Course in Science Education is presented.

Memories of astronomy education in Brazil: clippings from the discourses of interviewed researchers on the subject (Memórias da educação em astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema), by Gustavo Iachel and Roberto Nardi. This article presents a historical retrospective on the teaching of Astronomy in Brazil after 1973, based on the analysis of the speeches of researchers considered national references. The historical approach aimed at promoting an understanding the professional development contexts and understand the past in an attempt to solve current and future demands in the area.

Learning about the sky from the environment: an experience working along one year with students of elementary education (Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos de ensino fundamental), by Marcos Daniel Longhini and Hanny Angeles Gomide. A survey of observation activities about the environment, analyzing the changes of temperature, rain, day length, size and aspect of the shadows of the moon by students is presented. The project was developed with 95 students of

the 6th year of a public school in Uberlândia / MG. The results showed the limited perception of students, which was enlarged in relation to the moon case and suggests to understand first how shadows are formed and then apply this concept in Astronomy. In conclusion, the process is an initial step in a process that should be encouraged for the following years of student training.

The reflective abstraction theory and the history of astronomy (A teoria da abstração reflexionante e a história da astronomia), by Roberta Chiesa Bartelmebs, João Alberto da Silva and João Batista Siqueira Harres. This work is a theoretical essay on some facts of the history of astronomy analyzed according to the theory of reflective abstraction developed by Jean Piaget and his collaborators. Its aim is to understand the reasons why different astronomers, from the same historical and cultural time, "saw" evidence so different about the same phenomena. One can then understand sciences as human constructions, conditioned to a time, beliefs and ways of understanding of each scientist.

Disciplines and professors of astronomy in undergraduate physics teachers formation courses in brazilian universities (Disciplinas e professores de astronomia nos cursos de licenciatura em física das universidades brasileiras), by Artur Justiniano Roberto Junior, Thiago Henrique Reis and Daniel dos Reis Germinaro. This study aimed to identify Astronomy courses in Physics Teacher degrees, addressing which are compulsory, optional or elective, their total working hours and the period in which they are offered. As a result, in only 15% of these courses there is a compulsory subject. Few teachers are affiliated to the SAB and their presence in the institutions does not imply the existence of compulsory subjects of Astronomy in the researched courses.

Different cultures in astronomy education and their meanings in the classroom (As diferentes culturas na educação em astronomia e seus significados em sala de aula), by Vicente Pereira de Barros and Daniel Fernando Bovolenta Ovigli. This study presents a reflection on the use of the History of Science in formal education and employment of cultural elements of ethnic groups in education in Astronomy. It was offered in an extension course for science teachers in the state of São Paulo and didactic contents analyzed on the basis of the Law 11,645/2008 and the mandatory approach of "History and Afro-Brazilian and Indigenous Culture" in the official program. Topics from History of Science were discussed and their relationship with the cosmogonies of Yoruba and Tupi people established.

More information about the Journal and instructions for authors listed in the address: www.relea.ufscar.br. Articles may be written in Portuguese, Spanish or English.

Special thanks to Mr. Walison Aparecido de Oliveira for his work editing the articles and the change in the domain of RELEA to the *Open Journal System*. 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

Este décimo octavo número de la *Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía* (RELEA) contiene varios motivos de conmemoración.

La RELEA está completando 10 años de actividades. Para esta ocasión, invitamos al Prof. John Percy, ex-presidente de la Comisión 46 de la IAU, a escribir un texto en el cual hace una reflexión al respecto. El Prof. Percy gentilmente nos envió el texto: *Reflections on Ten Years of RELEA: Latin-American Journal of Astronomy Education* (Reflexiones sobre los diez años de la RELEA: Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía).

Otra buena noticia es que la RELEA mudó su dominio para el *Open Journal System* (OJS), lo cual deberá facilitar el proceso de submisión, edición y acceso de los artículos.

Agradecemos especialmente al Sr. Walison Aparecido de Oliveira, recién egresado del curso de *Biblioteconomia e Ciência da Informação* de la UFSCar, por la mudanza del dominio de la RELEA para el OJS, lo que demandó un trabajo integral desde el *layout* de la página hasta la colocación de todos los artículos y archivos de estos diez años de la Revista.

En octubre pasado, ocurrió el *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA)*, en la *Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UFTPR)* – Sede Central, ciudad de Curitiba, PR. Estuvieron presentes cerca de 150 participantes y fueron presentados 70 paneles y 23 comunicaciones orales. También fueron presentadas una conferencia, tres mesas redondas y dos grupos de trabajo en el encuentro. Además de eso, fueron ofrecidos dos cursos para educadores en Astronomía, tres cursos para profesores y tres talleres para profesores. El Cuaderno de Resúmenes de todos estos trabajos presentados ya puede ser obtenido en el *site*: <http://www.sab-astro.org.br/Caderno-de-resumos>. Las Actas de los trabajos completos y demás documentos están en preparación. Una de las resoluciones del evento fue la decisión sobre el lugar del IV SNEA, programado para ocurrir en Goiânia en 2016.

En este número contamos con seis artículos:

Determinación de la forma de la órbita de Marte en la escuela secundaria (Determinando a forma da órbita de Marte no ensino médio), de Carlos Maximiliano Dutra y Andressa Rossini Goulart. Este trabajo pretende suplir la deficiencia de actividades prácticas relacionadas al contenido de las Leyes de Kepler en los libros de texto de Física del 1º año de la Enseñanza Secundaria. Se presenta una actividad práctica para determinar la órbita de Marte, aplicada para dieciocho profesores del *Curso de Especialização em Educação em Ciências*.

Memorias de la educación en astronomía en Brasil: recortes de los discursos de investigadores entrevistados acerca del tema (Memórias da educação em astronomia no Brasil: recortes a partir das falas de pesquisadores entrevistados sobre o tema), de Gustavo Iachel y Roberto Nardi. Este artículo presenta una retrospectiva histórica sobre la educación en Astronomía en Brasil desde 1973 basada en el análisis de las entrevistas de investigadores considerados referencias nacionales. El artículo buscó favorecer la comprensión de los contextos de desarrollo profesional y entender el pasado en la tentativa de solucionar demandas actuales y futuras de esta área.

Aprendiendo sobre el cielo desde el entorno: una experiencia trabajando durante un año junto a estudiantes del primario (Aprendendo sobre o céu a partir do entorno: uma experiência de trabalho ao longo de um ano com alunos de ensino fundamental), de Marcos Daniel Longhini y Hanny Angeles Gomide. Se presenta una investigación con alumnos en actividades de observación del entorno analizando los cambios de temperatura, lluvias, duración del día, tamaño de las sombras y aspectos de la Luna. El proyecto fue desarrollado con 95 alumnos del 6º año de una escuela pública de Uberlândia/MG. Los resultados

mostraron la percepción limitada de los estudiantes, que fue ampliada en lo que se refiere a la Luna y apunta para que primeramente comprendan cómo las sombras son formadas para después trabajar ese concepto en Astronomía. Como conclusión, el proceso constituye una etapa inicial de un trabajo que debe ser estimulado para los años siguientes de la formación de los alumnos.

La teoría de la abstracción reflexionante y la historia de la astronomía (A teoria da abstração reflexionante e a história da astronomia), de Roberta Chiesa Bartelmebs, João Alberto da Silva y João Batista Siqueira Harres. Este trabajo es un ensayo teórico sobre algunos hechos de la historia de la Astronomía analizados según la teoría de la abstracción reflexionante elaborada por Jean Piaget y sus colaboradores. Se trata de comprender los motivos que llevaron a diferentes astrónomos, de la misma época histórica y cultural, a “ver” evidencias tan diferentes sobre un mismo fenómeno. Se puede así comprender las Ciencias como construcciones humanas, condicionadas a una época, creencias y modos de comprender de cada científico.

Disciplinas y profesores de astronomía en los cursos de licenciatura en física en las universidades brasileñas (Disciplinas e professores de astronomia nos cursos de licenciatura em física das universidades brasileiras), de Artur Justiniano Roberto Junior, Thiago Henrique Reis y Daniel dos Reis Germinaro. Este trabajo tuvo como objetivo identificar disciplinas de Astronomía en cursos de Profesorado en Física, tanto obligatorias, optativas o electivas, cargas horarias y el período en que son ofrecidas. Como resultado, en solo 15% de los cursos existe una disciplina obligatoria. Pocos profesores de estos cursos son asociados a la SAB y su presencia en las instituciones no implica la existencia de disciplinas obligatorias de Astronomía en los cursos examinados.

Las diferentes culturas en la educación en astronomía y sus significados en el aula, de (As diferentes culturas na educação em astronomia e seus significados em sala de aula), de Vicente Pereira de Barros y Daniel Fernando Bovolenta Ovigli. Este estudio presenta una reflexión sobre el uso de la Historia de la Ciencia en la educación formal y del empleo de elementos culturales de grupos étnicos en la educación en Astronomía. Fue desarrollado en un curso de extensión para profesores de Ciencias en el estado de São Paulo y se analizaron secuencias didácticas con fundamento en la ley 11.645/2008 y la obligatoriedad del tratamiento de la “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena” en los programas oficiales. Fueron discutidos temas de la Historia de la Ciencia y su relación con las cosmogonías de los pueblos Yorubá y Tupi.

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 especialmente al Sr. Walison Aparecido de Oliveira por la editoración de los artículos y por la mudanza del dominio de la RELEA para el *Open Journal System*. También agradecemos a los editores asociados, a los autores, a los árbitros y a todos aquellos que, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

- 1. REFLECTIONS ON TEN YEARS OF RELEA: LATIN-AMERICAN JOURNAL OF ASTRONOMY EDUCATION**
REFLEXÕES SOBRE OS DEZ ANOS DA RELEA: REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA
John R. Percy _____ 7
- 2. DETERMINANDO A FORMA DA ÓRBITA DE MARTE NO ENSINO MÉDIO**
Carlos Maximiliano Dutra / Andressa Rossini Goulart _____ 11
- 3. MEMÓRIAS DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA NO BRASIL: RECORTES A PARTIR DAS FALAS DE PESQUISADORES ENTREVISTADOS SOBRE O TEMA**
Gustavo Iachel / Roberto Nardi _____ 27
- 4. APRENDENDO SOBRE O CÉU A PARTIR DO ENTORNO: UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO AO LONGO DE UM ANO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL**
Marcos Daniel Longhini / Hanny Angeles Gomide _____ 49
- 5. A TEORIA DA ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE E A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA**
Roberta Chiesa Bartelmebs / João Batista Siqueira Harres / João Alberto da Silva _____ 73
- 6. DISCIPLINAS E PROFESSORES DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS**
Artur Justiniano Roberto Junior / Thiago Henrique Reis / Daniel dos Reis Germinaro _____ 89
- 7. AS DIFERENTES CULTURAS NA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E SEUS SIGNIFICADOS EM SALA DE AULA**
Vicente Pereira de Barros / Daniel Fernando Bovolenta Ovigli _____ 103

CONTENTS

1. **REFLECTIONS ON TEN YEARS OF RELEA: LATIN-AMERICAN JOURNAL OF ASTRONOMY EDUCATION**
John R. Percy _____ 7

2. **DETERMINANDO A FORMA DA ÓRBITA DE MARTE NO ENSINO MÉDIO**
DETERMINING THE SHAPE OF THE ORBIT OF MARS IN THE HIGH SCHOOL
Carlos Maximiliano Dutra / Andressa Rossini Goulart _____ 11

3. **MEMÓRIAS DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA NO BRASIL: RECORTES A PARTIR DAS FALAS DE PESQUISADORES ENTREVISTADOS SOBRE O TEMA**
MEMORIES OF ASTRONOMY EDUCATION IN BRAZIL: CLIPPINGS FROM THE DISCOURSES OF INTERVIEWED RESEARCHERS ON THE SUBJECT
Gustavo Iachel / Roberto Nardi _____ 27

4. **APRENDENDO SOBRE O CÉU A PARTIR DO ENTORNO: UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO AO LONGO DE UM ANO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL**
LEARNING ABOUT THE SKY FROM THE ENVIRONMENT: AN EXPERIENCE WORKING ALONG ONE YEAR WITH STUDENTS OF ELEMENTARY EDUCATION
Marcos Daniel Longhini / Hanny Angeles Gomide _____ 49

5. **A TEORIA DA ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE E A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA**
THE REFLECTIVE ABSTRACTION THEORY AND THE HISTORY OF ASTRONOMY
Roberta Chiesa Bartelmebs / João Batista Siqueira Harres / João Alberto da Silva _____ 73

6. **DISCIPLINAS E PROFESSORES DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS**
DISCIPLINES AND PROFESSORS OF ASTRONOMY IN UNDERGRADUATE PHYSICS TEACHERS FORMATION COURSES IN BRAZILIAN UNIVERSITIES
Artur Justiniano Roberto Junior / Thiago Henrique Reis / Daniel dos Reis Germinaro _____ 89

7. AS DIFERENTES CULTURAS NA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E SEUS SIGNIFICADOS EM SALA DE AULA

DIFFERENT CULTURES IN ASTRONOMY EDUCATION AND THEIR MEANINGS IN THE CLASSROOM

Vicente Pereira de Barros / Daniel Fernando Bovolenta Ovigli _____ 103

SUMARIO

1. **REFLECTIONS ON TEN YEARS OF RELEA: LATIN-AMERICAN JOURNAL OF ASTRONOMY EDUCATION**
REFLEXIONES SOBRE LOS DIEZ AÑOS DE LA RELEA: REVISTA LATINOAMERICANA DE EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA
John R. Percy _____ 7

2. **DETERMINANDO A FORMA DA ÓRBITA DE MARTE NO ENSINO MÉDIO**
DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE LA ÓRBITA DE MARTE EN LA ESCUELA SECUNDARIA
Carlos Maximiliano Dutra / Andressa Rossini Goulart _____ 11

3. **MEMÓRIAS DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA NO BRASIL: RECORTES A PARTIR DAS FALAS DE PESQUISADORES ENTREVISTADOS SOBRE O TEMA**
MEMORIAS DE LA EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA EN BRASIL: RECORTES DE LOS DISCURSOS DE INVESTIGADORES ENTREVISTADOS ACERCA DEL TEMA
Gustavo Iachel / Roberto Nardi _____ 27

4. **APRENDENDO SOBRE O CÉU A PARTIR DO ENTORNO: UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO AO LONGO DE UM ANO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL**
APRENDIENDO SOBRE EL CIELO DESDE EL ENTORNO: UNA EXPERIENCIA TRABAJANDO DURANTE UN AÑO JUNTO A ESTUDIANTES DEL PRIMARIO
Marcos Daniel Longhini / Hanny Angeles Gomide _____ 49

5. **A TEORIA DA ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE E A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA**
LA TEORÍA DE LA ABSTRACCIÓN REFLEXIONANTE Y LA HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA
Roberta Chiesa Bartelmebs / João Batista Siqueira Harres / João Alberto da Silva _____ 73

6. **DISCIPLINAS E PROFESSORES DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS**

DISCIPLINAS Y PROFESORES DE ASTRONOMIA EN LOS CURSOS DE LICENCIATURA EN FÍSICA EN LAS UNIVERSIDADES BRASILEÑAS

Artur Justiniano Roberto Junior / Thiago Henrique Reis / Daniel dos Reis Germinaro __ 89

7. AS DIFERENTES CULTURAS NA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E SEUS SIGNIFICADOS EM SALA DE AULA

LAS DIFERENTES CULTURAS EN LA EDUCACIÓN EM ASTRONOMÍA Y SUS SIGNIFICADOS EN EL AULA

Vicente Pereira de Barros / Daniel Fernando Bovolenta Ovigli _____ 103

REFLECTIONS ON TEN YEARS OF RELEA: LATIN-AMERICAN JOURNAL OF ASTRONOMY EDUCATION

*John R. Percy*¹

Professor Paulo Bretones has asked me to write an article, reflecting on the first ten years of RELEA (Latin-American Journal of Astronomy Education), and I am pleased and honoured to do so. For over 30 years, I was active in the International Astronomical Union's Commission 46 (Education and Development), and I served as President in 1994-1997. I was also active in many other international science and education organizations, and enjoyed traveling to meet my “kindred spirits” in other countries. Professor Bretones was one of them.

In 2007, I formally retired from my university, but I have continued many of my activities voluntarily there, though not many of my international ones. I still encourage young astronomers to learn about and support international astronomy education and development, and I am delighted that two of my young colleagues, Drs. Michael Reid and Linda Strubbe, have become active in Commission 46. My last major international trip was in 2009, to the conference “Mathematics and Astronomy: A Joint Long Journey” in Madrid. I gave an invited review paper on “Teaching and Learning Astronomy”. Both the text of my paper (1) and a .pdf version of my powerpoint presentation (2) are available on my education website (3). These provide a comprehensive summary of my reflections on astronomy education and outreach, and I shall not repeat them here.

Astronomy Education

Education is an important but under-appreciated part of our science. For professional astronomers, astronomy education is important for attracting and training and retaining the next generation of astronomers, and for increasing public awareness, understanding, and appreciation of our science. Amateur astronomers also make important contributions to education and public outreach. In Canada, the primarily-amateur Royal Astronomical Society of Canada (4) won the *Michael Smith Award*, Canada's top national award for excellence in science outreach. They also partnered very effectively with professional astronomers during International Year of Astronomy (IYA) 2009 (Hesser et al. 2010).

It is also very important for astronomy to be part of the school science curriculum, for the many reasons that I have listed elsewhere (Percy, 2005). In my province of Ontario, Canada, astronomy is a compulsory part of the elementary and secondary school science curriculum. Unfortunately, very few schoolteachers have any training in astronomy, and astronomy teaching, so it is important for astronomers to support them by helping to create resources and workshops. The best way to do this is by partnering with science teachers' organizations such as the Science Teachers Association of Ontario (5), one of my favourite organizations for over 40 years.

¹ Department of Astronomy & Astrophysics. Ontario Institute for Studies in Education. University of Toronto, Toronto ON M5S 3H4.

Schoolteachers are trained in how to teach. In Ontario, they complete a one-year Bachelor of Education program, after their undergraduate degree. In future, they will have to complete a two-year Master of Education program. University instructors usually are *not* required to have any training in how to teach, even though, along with research, it is half their job! My university *does* offer extensive instruction in and support for teaching (6). But it is optional, not compulsory.

Astronomy Education Research

This brings me to the importance of doing and communicating astronomy education *research*. Astronomy education research provides empirical evidence for the best way to teach. It subjects our teaching and outreach to the same high standards that we use for our astronomical science research. Unfortunately very few professional astronomers, amateur astronomers, or schoolteachers are trained in science education research.

My colleagues and I recently completed a project to assess the value of giving tutorials in a small planetarium, as part of a 1350-student course in introductory astronomy for non-science students. As research assistants, we used two graduate students in astronomy, and two graduate students in science education, from the Centre for Science, Math, and Technology (SMT) Education (7) at the Ontario Institute for Studies in Education, a branch of the University of Toronto. I am a faculty member at SMT. The SMT graduate students had been well trained in both qualitative and quantitative research techniques, so this beneficial partnership was a learning experience for all of us. I recommend more contact between astronomers, and professionals in science education and science education research.

You will note that I have already mentioned partnership twice. It is always an excellent strategy: work with organizations that have expertise that you need but do not have -- organizations with which you share common interests. One of our most successful partnerships in IYA was with the Toronto Public Library, which is the busiest public library system in the world. Together, we organize dozens of public lectures each year. The library provides the room, the facilities, the publicity, and the audience. We provide the astronomer.

Astronomy Education Publication

Where can astronomy education, and astronomy education research papers be published? There are specialized journals whose papers are written and read by professionals in science education. They are not written for the average astronomy educator, and they tend to be accessible only by a very expensive subscription. Many astronomy education papers appear in these journals, and in a wide variety of other places. This would not be a problem if there was a single place where all such papers were abstracted, like the Astrophysics Data Service (8), which we research astronomers use because it lists almost all astronomical research papers. But there is no similar service for papers on astronomy education, and astronomy education research.

Until recently, an excellent option was *Astronomy Education Review*, a free on-line journal, but it is now “dormant” i.e. inactive. I hope that it will soon be published again. Fortunately, all of the volumes of AER have been archived, and are freely available on-line (9). I am the Editor of the *Journal of the American Association of Variable Star Observers*, a refereed journal which is freely available on-line (10). We occasionally publish papers on education, if they deal with stars or the sun -- our nearest star. I am also a Contributing Editor of the *Journal of the Royal Astronomical Society of Canada* (11). I write a column every two months, often about education, and there are occasionally other articles on education in the JRASC. The JRASC is freely available on-line, a year after publication. Until then, it is available to members and subscribers only.

Another new and potentially-useful publication is astroEDU (12), an open-access, *peer-reviewed* platform for astronomy activities, mostly at the school level. It is sponsored by IAU Commission 46. But it is for activities only, and its future is not guaranteed. Nevertheless, I recommend it to you, both to use, and to contribute activities.

Reflections on RELEA

RELEA is an extremely useful publication for Latin-American teachers of astronomy. Spanish and Portuguese are native languages for over half a billion people worldwide, second only to Mandarin. Millions of other people understand them as a second or third language. RELEA therefore has huge potential, if Latin-American and other Spanish- and Portuguese-speaking astronomy teachers read it. So it is very important to publicize and promote it.

On November 3, 2014, I attended my university's annual Teaching and Learning Symposium, where 200 of our best teachers gathered to share ideas. The keynote speaker was our president, Professor Meric Gertler (who had just returned from Brazil!). He proposed three strategies for advancing teaching at our university: (1) *Catalogue and communicate our teaching achievements*. That's what RELEA is meant to do, but it's important to make sure that it is widely read. (2) *Build on our strengths*. In our case, that meant building on the fact that the University of Toronto is one of the world's great research universities. In astronomy, our strength is that astronomy is exciting and inspiring because of its many connections with history and culture, and because of the beauty of the night sky and the wonder of the universe. Make sure that these are part of your curriculum. (3) *Emphasize the value of “being there”*. Nowadays, students and other people can learn from the Internet, or from “massive open on-line courses” or MOOCs. But that's not the same as being face-to-face with an inspiring teacher, or looking through a real telescope, or doing inquiry-based, hands-on activities, or being “engaged” in other ways. So enrich your teaching by connecting your students to the universe, and to enthusiastic teachers like yourself.

I wish you many more years of success with RELEA. And I congratulate and thank Professor Bretones and his co-editors and all those who write the articles, edit, format and publish them, and all those organizations and institutions which support them and support RELEA.

Web Links

- (1) www.astro.utoronto.ca/~percy/madrid.pdf
- (2) www.astro.utoronto.ca/~percy/madrid2009.pdf
- (3) www.astro.utoronto.ca/~percy/EPOindex.htm
- (4) www.rasc.ca
- (5) stao.org
- (6) www.teaching.utoronto.ca
- (7) www.oise.utoronto.ca/smt
- (8) ads.harvard.edu
- (9) portico.org/stable?cs=ISSN_15391515
- (10) www.aavso.org/journal-aavso
- (11) www.rasc.ca/journal
- (12) astroedu.iau.org

References

HESSER, J. E.; PERCY, J. R.; et al. **Journal of the Royal Astronomical Society of Canada**, v.104, p.51-5, 2010.

PERCY, J. R. **In Teaching and Learning Astronomy**. ed. J.M. Pasachoff and J.R. Percy, Cambridge University Press, p.10-3, 2005.

PERCY, J. R. **Journal of the Royal Astronomical Society of Canada**, v.106, p.240-5, 2012.

DETERMINANDO A FORMA DA ÓRBITA DE MARTE NO ENSINO MÉDIO

*Carlos Maximiliano Dutra*¹
*Andressa Rossini Goulart*²

Resumo: No presente trabalho, visando suprir a deficiência de atividades práticas relacionadas ao conteúdo de Leis de Kepler nos livros-textos de Física do 1º ano do Ensino Médio, apresentamos uma atividade prática de determinação da órbita de Marte. O aluno, combinando conceitos físicos com a geometria poderá vivenciar a experiência da descoberta da forma da órbita de Marte de modo similar ao realizado por Johannes Kepler. Aplicamos a metodologia proposta junto a dezoito professores do Curso de Especialização em Educação em Ciências e obtivemos em um trabalho de duas horas de duração o traçado da órbita de Marte com resultados numéricos médios que reproduzem com erro inferior a 14% os parâmetros orbitais de referência da órbita de Marte.

Palavras-chave: Órbita; Planeta; Marte; Kepler; Gravitação.

DETERMINACIÓN DE LA FORMA DE LA ÓRBITA DE MARTE EN LA ESCUELA SECUNDARIA

Resumen: En el presente trabajo y con el objetivo de reducir la escasez de actividades prácticas relacionadas con el contenido de las leyes de Kepler en libros de texto de física de la escuela secundaria, se presenta una actividad práctica para determinar la forma de la órbita de Marte. En esta actividad el estudiante puede vivir la experiencia de descubrir la forma de la órbita de Marte de una manera similar a la realizada por Johannes Kepler combinando los conceptos físicos con la geometría. Aplicamos la actividad a dieciocho maestros de escuelas secundarias en un Curso de Especialización en Enseñanza de las Ciencias. Después de dos horas de trabajo el grupo obtuvo la forma de la órbita de Marte con error inferior al 14% en los parámetros orbitales.

Palabras clave: Órbita; Planeta; Marte; Kepler; Gravitación.

DETERMINING THE SHAPE OF THE ORBIT OF MARS IN THE HIGH SCHOOL

Abstract: In the present work, in order to supply the lacks of practical activities related to the content of Kepler's Laws in high school physics textbooks, we present a practical activity to determine the shape of the orbit of Mars. In this activity the student can experience the discovery the shape of the orbit of Mars in a way similar to that realized by Johannes Kepler combining the physical concepts with geometry. We applied the activity to eighteen high school teachers participating in a Postgraduate Course in Science Education. After two hours of work the group obtained the shape of the orbit of Mars and estimated its orbital parameters with a relative error less than 14%.

Keywords: Orbit; Planet; Mars; Kepler; Gravitation.

¹ Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA. Uruguaiiana. Brasil.
Email: <carlosmaxdutra@gmail.com >

² Universidade Federal do Pampa - UNIPAMPA. Uruguaiiana. Brasil.
Email:<andressarossinigoulart@gmail.com>

1. Introdução

A evolução da compreensão da humanidade acerca do movimento dos planetas valeu-se da filosofia, religião, geometria e do empirismo através da observação sistemática do céu; Neves (2000) faz uma excelente revisão do tema abordando o Geocentrismo e Geostatismo até as concepções de Heliocentrismo e Heliostatismo.

Conforme Neves (2000) os modelos de esferas concêntricas para explicar o movimento planetário tiveram sua origem com Eudoxo de Cnido (408-355 a.C.) utilizando 27 esferas, sendo aperfeiçoado por Aristóteles (384-322 a.C.), que descreveu o movimento dos céus utilizando 55 esferas tendo a Terra como centro do Universo. Naquela época o “Universo” era composto pela Terra (no Centro), Sol, Lua, estrelas fixas, Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno. Os modelos de “Universo” tornaram-se gradativamente mais complexos para dar conta com maior fidedignidade às observações dos astros. Ptolomeu (2 d.C.) sintetizou através da obra *Almagesto* o pensamento grego sobre o movimento dos astros com a Terra numa posição geostática, mas não mais geocêntrica.

Ptolomeu introduziu um sistema geométrico complexo compreendendo sistemas de epiciclos, deferentes, excêntricos e equantes, totalizando 13 círculos.

Nicolau Copérnico (1473-1543) retoma a ideia de Aristarco de Samos (310-230 a.C) concebendo o Sol como o centro dos movimentos planetários. Em sua obra *De Revolutionibus Orbium Coelestium*, Copérnico descreve um sistema que necessitava de 34 círculos para explicar todos os movimentos planetários e da esfera celeste.

Segundo a Bíblia, a Terra deveria ser imóvel; 60 anos depois a Igreja Católica coloca a obra de Copérnico como literatura proibida pelo *Index Librorum Prohibitorum*.

Tycho Brahe (1546-1601) resgatou o modelo de Heráclides do Ponto, que combinava o Geocentrismo (Terra como centro do “Universo”) e o heliocentrismo dos planetas Mercúrio e Vênus, que giravam em torno do Sol. Tycho Brahe compilou dados de posições de 777 estrelas e dos planetas com precisão de cerca de 2 minutos de arco, aproximadamente cinco vezes mais precisas do que a de seus antecessores.

O modelo de Copérnico apresentava incoerências, sobretudo para calcular posições de Marte. Tycho acreditava que suas observações mais criteriosas e precisas, aliadas aos seus modelos, poderiam resultar em melhores previsões para a órbita de Marte, superando o modelo Copernicano.

Segundo Damasio (2011), em 1597 Johannes Kepler publicou a obra *Mysterium Cosmographicum*, que se valia das idéias de Platão para a explicação do “Universo” através dos sólidos platônicos. As habilidades matemáticas de Kepler chamaram a atenção de Tycho Brahe que, em 1600, convidou Kepler para trabalhar com ele na realização do estudo da órbita de Marte. Ainda conforme Damasio (2011), Kepler havia se comprometido em resolver o problema da órbita de Marte em oito dias, mas acabou levando oito anos.

Kepler primeiramente procurou ajustar o modelo de Copérnico com uma órbita circular para Marte; e segundo Damasio (2011), Kepler pode ter sido influenciado por uma anotação no seu exemplar da obra de Copérnico, onde estava escrita em grego a palavra *ελλειψις* (elipse) com a caligrafia de Schreiber (ex-professor de Kepler).

Tossato (2003) analisou os primórdios da primeira lei dos movimentos planetários (lei das órbitas) contidos em uma carta que Kepler escreveu em 1604 para Michael Mastlin, principal mestre que iniciou Kepler acerca das propostas copernicanas. Nesse documento, Kepler detalha seu procedimento para o estudo da

órbita de Marte e também as dúvidas que possuía em relação à forma da órbita. Já em outra carta dirigida a Fabrício em 1605, Kepler parece estar convencido de que a forma adequada para a órbita de Marte, e por consequência dos demais planetas, seria uma elipse.

Tossato (2003) destaca que a obra de Kepler *Astronomia Nova* (1609) vai além de enunciar as leis, constituindo-se quase num diário que descreve os passos realizados na formulação das leis do movimento planetário.

Tossato e Mariconda (2010) abordam os procedimentos metodológicos realizados por Kepler no processo de elaboração das duas primeiras leis dos movimentos planetários (lei das órbitas e lei das áreas), destacando a preocupação de Kepler em explicar a causa do movimento planetário estabelecendo as bases para a astronomia físico-matemática.

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) (BRASIL, 2002), devem ser desenvolvidas as competências e habilidades relacionadas com: (I) representação e comunicação; (II) investigação e compreensão; e (III) contextualização sociocultural.

Conforme Rodrigues, Zimmermann e Hartmann (2012) diversos autores tem apontado vantagens no uso da História e Filosofia da Ciência para a complementação do Ensino de Ciências, apresentando o desenvolvimento do conhecimento científico que culminou nos conteúdos do livro didático.

Através da história da Ciência percebemos a evolução do conhecimento científico, desenvolvendo no aluno o interesse pelo processo da descoberta nas diferentes áreas da Ciência. Em relação às competências e habilidades de investigação e compreensão, os PCNEM (BRASIL, 2002) destacam na área “Ciência e Tecnologia na História” a habilidade de compreender que os conhecimentos científicos e tecnológicos são frutos da construção humana, dentro de um contexto histórico-social.

Evidenciamos também nos PCNEM (BRASIL, 2002) a importância de se discutir a evolução das concepções de Universo, onde o estudo do movimento planetário serviu de base para as primeiras concepções, conforme discutido anteriormente.

Verificamos que nos livros didáticos o tema do movimento planetário sistematizado nas Leis de Kepler é discutido em conjunto com a Gravitação no primeiro ano do Ensino Médio. Os livros-textos de Física do Programa Nacional do Livro Didático (PNLD-Física) de 2012 (BRASIL, 2011) enunciam as leis de Kepler com a proposição de atividades de fixação (KAZUITO; FUKU, 2010; XAVIER; BARRETO, 2010; MÁXIMO; ALVARENGA, 2009), mas sem a proposição de atividade prática para este tema.

Por exemplo, Kazuhito e Fuku (2010) apresentam no capítulo 17 o tema Gravitação abordando seus aspectos conceituais e históricos e destacando as Leis de Kepler e sua importância.

1ª Lei de Kepler: a Lei das Órbitas: A trajetória das órbitas dos planetas em torno do Sol é elíptica, estando ele posicionado em um dos focos da elipse.

2ª Lei de Kepler: a Lei das Áreas: O segmento imaginário ou raio vetor que liga o Sol a um planeta varre (percorre) áreas proporcionais aos intervalos de tempo gastos durante sua translação.

3ª Lei de Kepler: Lei dos Períodos: Para dois planetas que orbitam em torno do Sol, os quadrados dos períodos de translação são proporcionais aos cubos dos respectivos raios médios de suas órbitas. (KAZUHITO; FUKU, 2010, p.326).

Neste artigo apresentamos uma proposta de abordagem prática da primeira lei de movimento planetário de Kepler, onde o aluno poderá vivenciar o problema de determinação da órbita de Marte a partir de observações astronômicas de forma similar e mais simplificada do que o processo de descoberta experimentado por Kepler.

2. Alguns conceitos sobre posições de Planetas

Em torno de 1600, Tycho Brahe apresentou a Kepler um conjunto de 12 observações de posições de Marte, quando este planeta se encontrava numa configuração planetária de oposição à Terra.

Antes de propormos a atividade de determinação da órbita de Marte é conveniente explicitarmos alguns conceitos referentes aos sistemas de coordenadas de posições dos planetas, as configurações planetárias e os períodos característicos de órbita dos planetas.

As posições dos planetas no céu podem ser determinadas segundo dois principais sistemas de coordenadas: (I) sistema de coordenadas eclípticas geocêntricas (centro de referência Terra) - definido pelas coordenadas de longitude e latitude geocêntricas e (II) sistema de coordenadas eclípticas heliocêntricas (centro de referência Sol) – definido pelas coordenadas de longitude e latitude heliocêntricas (BOCZKO, 1984). Neste artigo consideramos que Marte tem sua órbita aproximadamente no mesmo plano da órbita da Terra em torno do Sol e por isso não exploraremos os conceitos de latitudes geocêntricas e heliocêntricas.

Na Figura 1, ilustramos diferentes posições de longitude eclíptica geocêntrica, ou simplesmente longitude geocêntrica do Sol. A origem da medida da longitude geocêntrica $l=0^\circ$ é o ponto vernal γ , que denota a posição de intersecção entre os círculos da Eclíptica e do Equador (celeste), (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

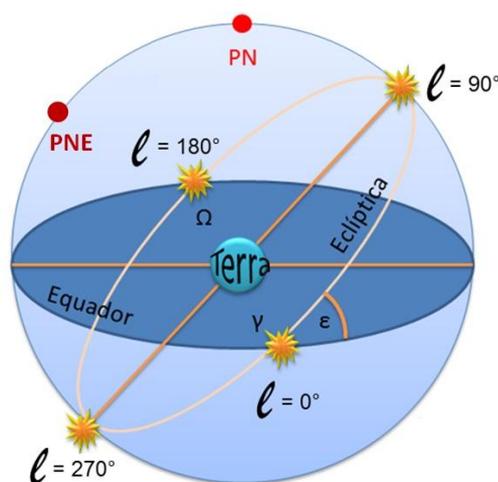


Figura 1 - Posições de longitude eclíptica geocêntrica do Sol. Representação não está em escala.

Com a observação sistemática do movimento dos planetas no céu noturno, os astrônomos convencionaram as configurações planetárias (Figura 2) que são posições relativas que os planetas do Sistema Solar assumem quando vistos da Terra. Para um planeta com órbita superior à da Terra como no caso de Marte, temos as seguintes configurações medidas quantitativamente pela distância angular do planeta ao Sol quando visto da Terra e que se denomina Elongação – E.

Conjunção: o planeta está junto ao Sol na linha de visada ($E=0^\circ$), por exemplo, o planeta nasce e se põe junto com o Sol.

Oposição: o planeta está na direção oposta ao Sol ($E=180^\circ$), por exemplo, quando o Sol está se pondo (na direção oeste) o planeta está nascendo (na direção leste).

Quadratura Ocidental: o planeta está 6h a oeste do Sol ($E=90^\circ$), por exemplo, quando o Sol está nascendo, o planeta está alto no céu só não sendo visível porque já é dia claro.

Quadratura Oriental: o planeta está a 6h a leste do Sol ($E=90^\circ$), por exemplo, quando o Sol está se pondo (na direção oeste) o planeta está alto no céu.

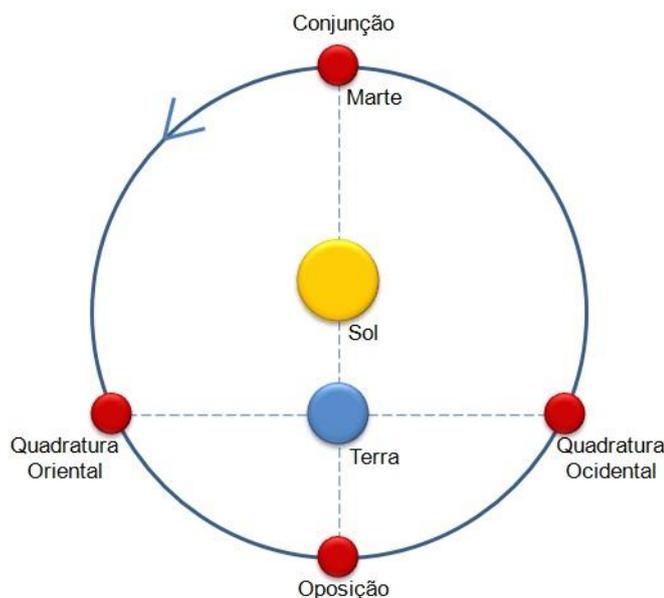


Figura 2 - Representação das Configurações planetárias entre Terra-Sol-Marte. Não está em escala.

O acompanhamento da repetição no tempo das configurações planetárias permitiu aos astrônomos da antiguidade determinar o período sinódico dos planetas conhecidos na época (Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno). O período sinódico de um planeta é definido como o intervalo de tempo entre duas configurações idênticas deste planeta, por exemplo, o intervalo de tempo entre duas oposições. Outro ciclo de tempo de interesse astronômico é o período sideral que é definido como o intervalo de tempo para o planeta dar uma volta completa em torno do Sol.

Conforme Neves (2000), o astrônomo Nicolau Copérnico determinou com precisão os períodos siderais dos planetas, tendo como base observações precisas dos períodos sinódicos e adotando um modelo Heliocêntrico. Particularmente para Marte, temos um período sinódico de 779,04 dias e um período sideral de 1,88 anos ou 687 dias.

3. Método de determinação orbital

Em 1600 o astrônomo Tycho Brahe convidou Johannes Kepler para que através do uso dos seus dados observacionais determinasse a forma da órbita de Marte. Kepler prometeu realizar o trabalho em 8 dias, mas acabou levando 8 anos, segundo Damasio (2011). Para reviver esta experiência de forma simplificada, construímos a Tabela 1 para servir de fonte de dados observacionais:

Data	Dia Juliano	Longitude Heliocêntrica	Longitude Geocêntrica	Número Oposição
	2.400.000	Terra	Marte	
	+	λ_T	$\Theta(\text{graus})$	
27.08.2003	52879	334	334	1
14.07.2005	53566	292	22	
07.11.2005	53682	45	45	2
25.09.2007	54369	2	88	
24.12.2007	54459	92	92	3
10.11.2009	55146	48	131	
29.01.2010	55226	129	129	4
17.12.2011	55913	85	166	
03.03.2012	55990	163	163	5
19.01.2014	56677	119	199	
08.04.2014	56756	198	198	6
24.02.2016	57443	155	236	
22.05.2016	57531	242	242	7
09.04.2018	58218	199	283	
27.07.2018	58327	304	304	8
13.06.2020	59014	263	351	
13.10.2020	59136	20	20	9
31.08.2022	59823	338	66	

Tabela 1 - Posições de longitude heliocêntrica da Terra e geocêntrica de Marte.

Os dados da Tabela 1 são pares de observações de longitude heliocêntrica da Terra e longitude geocêntrica de Marte quando o sistema Sol-Terra-Marte encontra-se na configuração de Oposição (Sol de um lado, Terra no meio e planeta Marte no lado oposto ao Sol) e exatamente 687 dias após esta configuração.

Observa-se que transcorrido este período de tempo, Marte não estará na mesma posição em relação à Terra, por que o nosso período de translação (uma volta completa em torno do Sol) é de 365 dias.

O conjunto de posições da Terra e de Marte da Tabela 1 foram obtidos através da determinação das oposições do sistema Sol-Terra-Marte durante o período de 2003 a 2022, centrado no ano 2012, da seguinte forma: (I) utilizou-se o serviço de efemérides

ONLINE “Planetary and Lunar Elongation Calendar”³ para obter a data de oposição do Sistema Sol-Terra-Marte; (II) utilizou-se o software Swiss Ephemeris – SWEPH⁴, com licença pública GNU e desenvolvido por Dieter Koch & Alois Treindl (2008), para obter as coordenadas de longitude heliocêntrica da Terra e longitude geocêntrica de Marte nos períodos de oposição.

Adotando para a Terra uma órbita circular com o Sol no centro (a aproximação circular é bastante boa, dado que a excentricidade da Terra é $e \approx 0,0167$ para J2000), nós podemos determinar por triangulação, de cada par de dados, a posição de Marte em relação ao Sol ao longo das direções de oposição, conforme ilustrado na Figura 3, e estando determinadas as sucessivas posições de Marte podemos traçar a sua órbita.

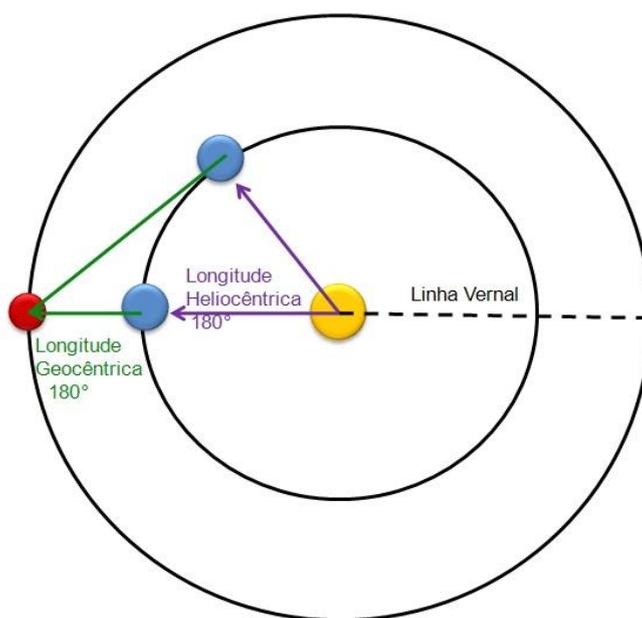


Figura 3 - Ilustração da triangulação de determinação de posições de Marte na sua órbita. Representação não está em escala.

Sistematizando passo a passo o procedimento da triangulação, ilustrados nas Figuras 4, 5 e 6, temos:

- (1) Com o auxílio de um compasso desenhe no centro de uma folha de papel tamanho A4, um círculo de raio igual a 4 cm, este representará a órbita da Terra.
- (2) Desenhe a partir da origem do círculo os dois eixos (horizontal e vertical, no referencial de quem faz o desenho) e marque os ângulos correspondentes aos arcos na circunferência (0° , 90° , 180° , 270° e 360°). Considere a posição 0° ou 360° como a origem do sistema de coordenadas eclípticas que corresponde ao Ponto Vernal, e temos a graduação para medir as longitudes heliocêntricas da Terra e longitudes geocêntricas de Marte.
- (3) Considerando os dados da Tabela 1, identifique com o transferidor o ângulo correspondente à longitude heliocêntrica da Terra (334°) do primeiro par de

³ Disponível em: <<http://www.astrohobby.com/crf.htm>>.

⁴ Disponível em: <<http://www.astro.com/ftp/swisseph/?lang=e>>.

pontos (Oposição) e marque esta posição sobre o círculo da órbita da Terra. A seguir indique esta direção desenhando uma reta da origem do círculo passando pelo ponto recém-marcado e indo até o fim da folha.

- (4) Identifique com o transferidor o ângulo correspondente à longitude heliocêntrica da Terra (292°) do segundo par de pontos (Oposição) e marque esta posição sobre o círculo da órbita da Terra.
- (5) A partir da posição marcada para a Terra no passo 4, desenhe uma reta com inclinação em relação a horizontal (representada por uma linha tracejada na Figura 4 e que está paralela a reta 0° - 180° da linha vernal) correspondente a longitude geocêntrica de Marte (22°) do segundo par prolongando-a até encontrar a reta desenhada no passo (3).
- (6) Na intersecção das linhas traçadas nos passos (3) e (5) marcamos o ponto 1, correspondente à primeira posição determinada para Marte.

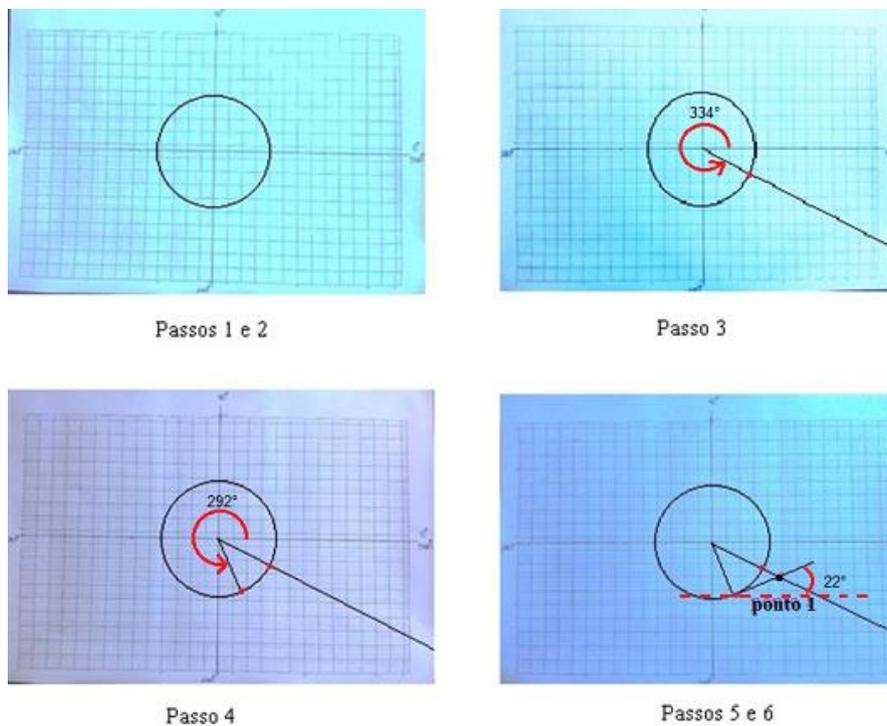


Figura 4 - Ilustração dos passos 1 a 6 de determinação da órbita de Marte.

Repetimos esse procedimento sucessivamente para os outros oito pares de posições da Tabela 1, determinando assim nove posições de Marte (ver Figura 5).

- (7) Desenhe suavemente curvas entre as posições de Marte traçando assim a sua órbita (ver Figura 5).

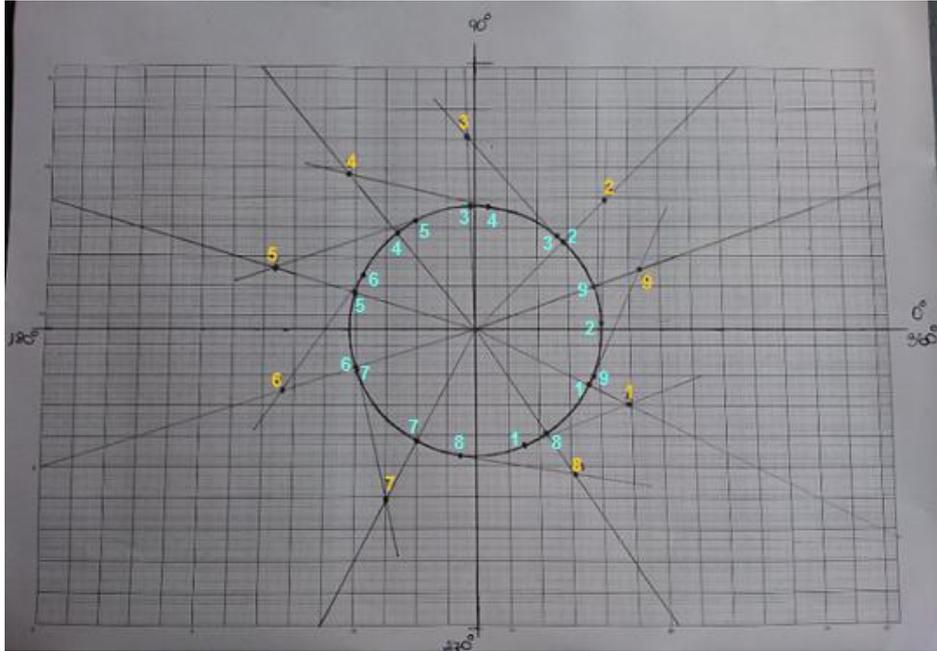


Figura 5 - Ilustração do passo 7 de determinação da órbita de Marte. Sendo indicados em azul os conjuntos de pares de pontos de longitude heliocêntrica da Terra utilizados para a determinação das respectivas posições de Marte, conforme indicado pela numeração.

Após desenhar a órbita de Marte, obtendo a representação gráfica similar a Figura 6 através dos passos acima, podemos questionar aos alunos se:

- (1) A órbita de Marte tem o mesmo centro geométrico que a do círculo que representa a órbita da Terra?
- (2) A forma da órbita de Marte é circular como a órbita da Terra?

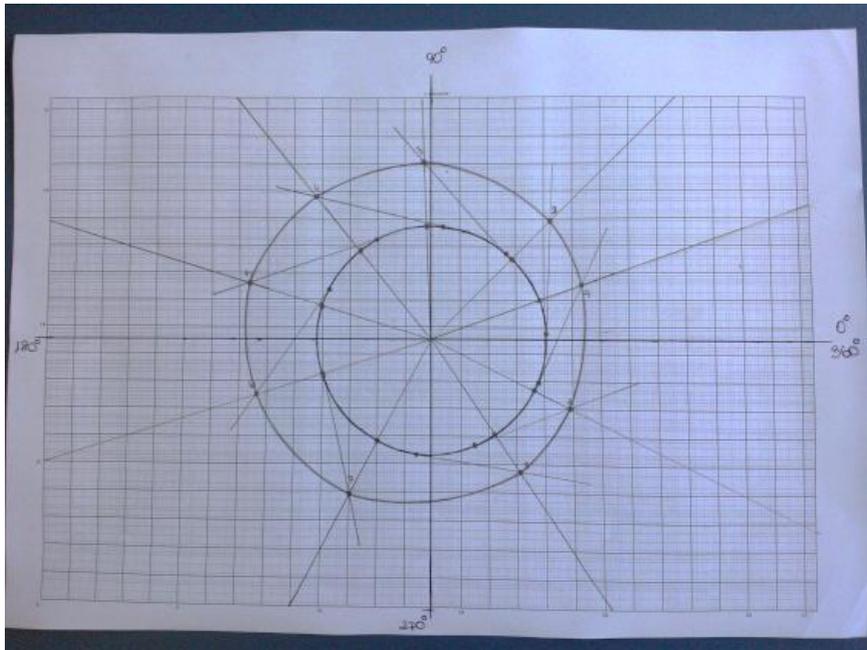


Figura 6 - Ilustração do resultado gráfico do procedimento de determinação da órbita de Marte. (ver também a Figura 9).

Ao concluírem uma resposta negativa para essas duas questões, podemos dizer que alcançaram as mesmas observações de Kepler, e a solução foi procurar uma forma geométrica que levasse em conta o formato das órbitas de Marte e da Terra, e ao mesmo tempo, colocasse o Sol em uma mesma posição para ambas.

Kepler encontrou na família geométrica das elipses a solução para as órbitas planetárias, tendo o Sol posicionado em um dos focos de acordo com a representação da Figura 7 onde temos: (I) r_1 – periélio, o ponto da órbita mais próximo do Sol; (II) r_2 – afélio, o ponto da órbita mais distante do Sol. Estas duas medidas definem a excentricidade “ e ” dada pela relação:

$$e = \frac{r_2 - r_1}{r_1 + r_2} \quad (\text{Equação 1})$$

A direção do periélio pode ser determinada a partir de duas perspectivas, pelas grandezas do argumento do periélio e da longitude heliocêntrica do periélio.

O argumento do periélio é definido como sendo o ângulo ω desde o nodo ascendente (intersecção dos planos da eclíptica – P2 e da órbita do planeta – P1) até o periélio medido no plano orbital do planeta P1.

Como a inclinação do plano da órbita de Marte em relação ao plano da Eclíptica é de $1,85^\circ$ (<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html>), podemos dizer que aproximadamente os planos P1 e P2 se confundem, de tal sorte que, a longitude heliocêntrica do periélio de Marte pode ser definida como o ângulo medido desde a direção do ponto vernal até a direção do periélio sob o plano da eclíptica.

Sendo exatamente coplanares as duas órbitas, teríamos a longitude heliocêntrica do periélio de Marte como sendo a soma do argumento do periélio ω com a longitude heliocêntrica do nodo ascendente Ω , conforme parâmetros definidos na Figura 7.

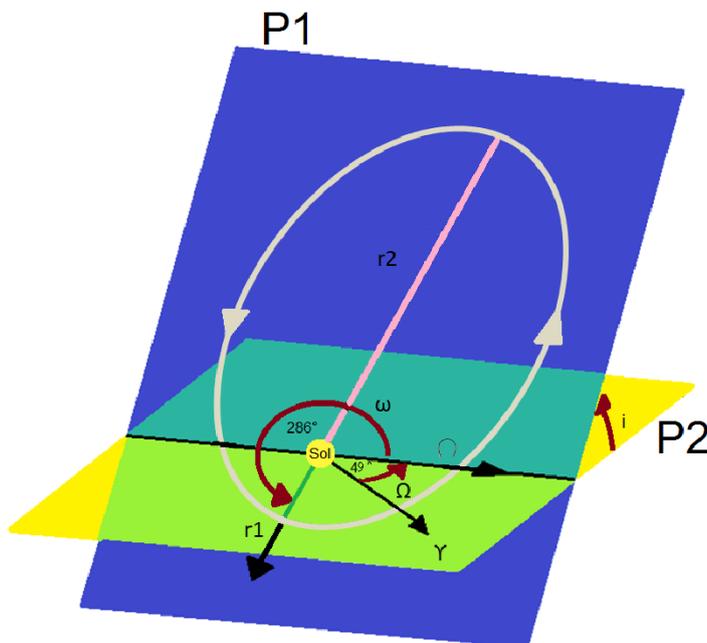
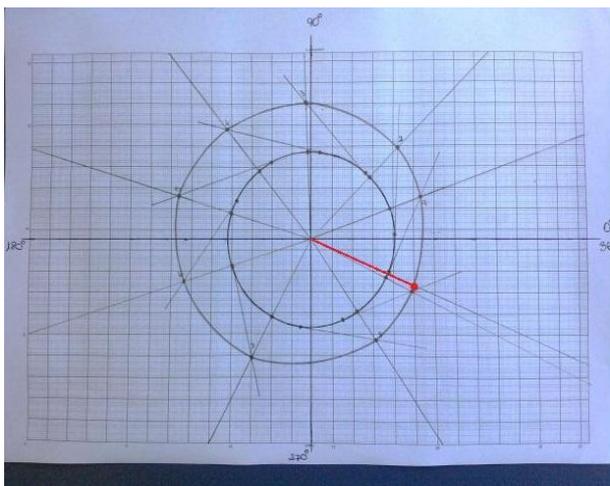


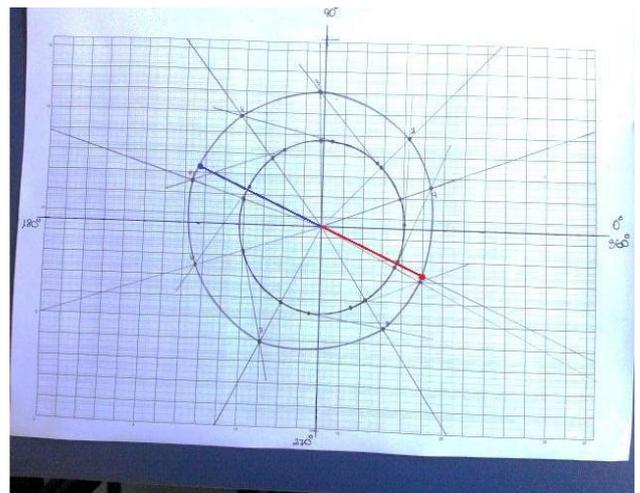
Figura 7 - Quadro esquemático representando os parâmetros da órbita elíptica de Marte. Os valores de $\omega \approx 286^\circ$ e $\Omega \approx 49^\circ$ tem como referência época J2000.

Vamos, a partir da órbita traçada de Marte, determinar a orientação e a excentricidade (grau de achatamento) da sua órbita pela determinação das longitudes heliocêntricas e distâncias dos pontos de periélio e afélio de Marte, através dos passos abaixo, ilustrados na Figura 8:

- (1) Determine a direção na qual Marte estaria mais próximo do Sol (ponto no centro da órbita da Terra), na direção do periélio, e marque com um ponto na órbita de Marte (ponto vermelho);
- (2) Desenhe uma linha entre o ponto de periélio, na órbita de Marte, até o centro do círculo para destacar a direção do Periélio.
- (3) Com o transferidor determine o ângulo entre a direção do periélio (determinada nos passos (1) e (2)) e a direção do ponto vernal (localizada na direção horizontal no sentido da posição 0 graus do círculo). Este ângulo será a longitude heliocêntrica do Periélio da Órbita de Marte (considerando por aproximação que a órbita de Marte está no mesmo plano da órbita da Terra em torno do Sol – Plano da Eclíptica).
- (4) Considerando a linha da direção do periélio encontrada no passo (2), prolongue esta linha no sentido contrário até tocar a órbita de Marte para definir o ponto de Afélio (ponto azul).



Passos 1,2 e 3



Passo 4

Figura 8 - Representação gráfica: Painel à esquerda: passos 1,2 e 3; Painel à direita: passo 4.

- (5) Medindo com uma régua a distância do ponto de periélio do passo (3) até o Sol, determine em cm a distância do periélio de Marte. Considerando o raio da órbita da Terra de 4 cm como equivalente a 1 Unidade Astronômica, calcule a distância do periélio em Unidades Astronômicas.
- (6) Medindo com uma régua a distância do ponto de afélio do passo (4) até o centro determine em cm a distância do afélio de Marte. Considerando o raio da órbita da Terra de 4 cm como equivalente a 1 Unidade Astronômica, calcule a distância do afélio em Unidades Astronômicas.

- (7) Determine a excentricidade da órbita de Marte através da Equação 1, onde r_1 a distância do Periélio e r_2 a distância do Afélio.
- (8) Verifique o erro de sua estimativa comparando com o valor de referência para a excentricidade da órbita de Marte é $e=0,093$,
- (9) Coloque aqui os seus resultados:

Afélio = _____ cm ==→ _____ UA

Periélio = _____ cm ==→ _____ UA

Longitude Heliocêntrica do Periélio = _____ °

Excentricidade da órbita de Marte = _____

Erro relativo da Excentricidade = _____ %

Ao realizarmos previamente a verificação dos passos da atividade de determinação da órbita de Marte, obtivemos os seguintes resultados:

Afélio = 6,6 cm ==→ 1,65 UA

Periélio = 5,4 cm ==→ 1,35 UA

Longitude Heliocêntrica do Periélio = 337°

Excentricidade da órbita de Marte = 0,10

Erro relativo da Excentricidade = 7,53%

4. Aplicação e considerações finais

Para validarmos a proposta didática de determinação da órbita de Marte, aplicamos a metodologia junto a 18 professores de diferentes áreas de formação que atuam na Rede de Educação Básica do município de Uruguaiiana e que são alunos do curso de Especialização em Educação em Ciências da UNIPAMPA edição 2012/1. Neste curso, dentro da componente curricular Ensino de Astronomia, após abordarmos conteúdos referentes às Leis de Kepler e Gravitação do Sistema Solar foi proposta a realização da prática de determinação da órbita de Marte.

A aplicação teve duração de aproximadamente 2 horas e os alunos evidenciaram visualmente que as órbitas de Marte e da Terra não tinham o mesmo centro geométrico e apresentam o formato bem distinto.

Ilustramos na Figura 9, exemplo de resultado gráfico obtido para forma da órbita de Marte por um dos alunos-professores do curso de Especialização em Educação em Ciências – UNIPAMPA:

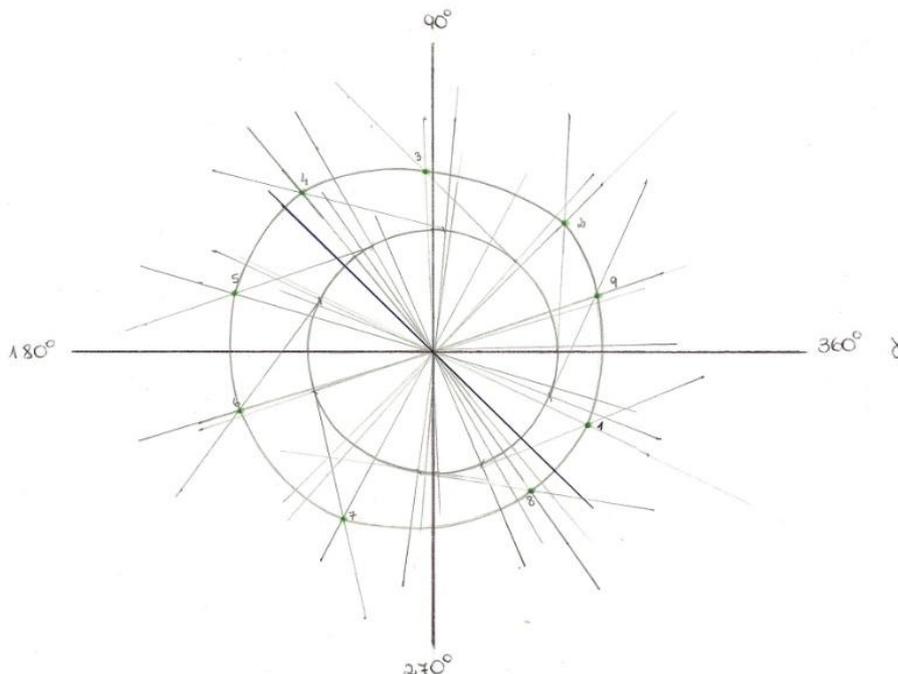


Figura 9 - Um resultado gráfico da determinação da órbita de Marte.

Em relação à determinação dos parâmetros da órbita de Marte, apresentamos na Tabela 2 a síntese dos resultados, verificando que os valores médios dos parâmetros orbitais obtidos pelos 18 professores reproduziram com erro máximo de aproximadamente 14% os valores orbitais de referência da órbita de Marte.

	Valor Referência*	Média	Desvio Padrão	Erro (%)
Afélio (UA)	1,639	1,698	0,085	3,59
Periélio (UA)	1,405	1,376	0,084	-2,06
Longitude Heliocêntrica do Periélio (°)	336,04	334,37	10,95	-0,50
Excentricidade	0,0934	0,1065	0,024	13,99

Tabela 2 - Resultado de aplicação da determinação da órbita de Marte.

*Fonte: (NASA, 2013).

Considerando que essa atividade aborda conhecimentos das Leis de Kepler, que geralmente são ensinados conjuntamente com o tema Gravitação na disciplina de Física do 1º ano do Ensino Médio, e que também nesta série em Matemática são trabalhados os conceitos de geometria, esta proposta pode ser desenvolvida através de um projeto interdisciplinar das duas disciplinas.

Santos e Curi (2012) verificaram através de dados do INEP/MEC de 2009 que no Brasil grande parte dos professores de Matemática atua também em Física. Explorando ainda mais a aplicação do conceito de elipses, poderá se trabalhar com o

desenho das elipses que representam as órbitas dos demais planetas do Sistema Solar tomando como referência os parâmetros orbitais de referência disponíveis na internet.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Astrofísica (INCT-Astrofísica, <http://www.astro.iag.usp.br/~incta/estrutura.htm>) pelo apoio financeiro através de bolsa de Iniciação Científica do CNPq.

Referências

- BOCZKO, R. **Conceitos de Astronomia**. São Paulo: Edgar Blucher, 1984.
- BRASIL. Ministério da Educação e do desporto. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação e do desporto. Secretaria de Educação Básica. **Guia de livros didáticos: PNLD 2012 - Física**. 90 p. Brasília: MEC, 2011.
- DAMASIO, F. O início da revolução científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.33 n.3, p.3602, 2011.
- KAZUHITO, Y.; FUKU, L. F. **Física para o Ensino Médio: volume 1 - Mecânica**. 1. cap.17, p.320-335. São Paulo: Saraiva, 2010.
- MÁXIMO, A.; ALVARENGA, B. **Física Ensino Médio: volume 1**. cap.6, p.208-211. São Paulo: Scipione, 2009.
- NASA. **Mars Fact Sheet**. Disponível em: <<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/planetary/factsheet/marsfact.html>> Acesso em: 10 julho 2013.
- NEVES, M. C. D. A Terra e sua Posição no Universo: Formas e Dimensões e Modelos Orbitais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.22, n.4, p.557-567, 2000.
- OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F., **Astronomia e Astrofísica**. 2. Ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.
- RODRIGUES, E. V.; ZIMMERMANN, E.; HARTMANN, Â. M. Lei da Gravitação Universal e os satélites: Uma abordagem Histórico-temática usando Multimídia. **Ciência & Educação**, v.18, n.3, p.503-525, 2012.
- SANTOS, C. A. B., CURI, E. A Formação dos professores que ensinam Física no Ensino Médio. **Ciência & Educação**, v.18, n.4, p. 837-849, 2012.

TOSSATO, C. R. Os primórdios da primeira lei dos movimentos planetários na carta de 14 de dezembro de 1604. **Scientiae Studia**, v.2, n.2, p.195-206, 2003.

TOSSATO, C. R.; MARICONDA, P. R. O método da astronomia segundo Kepler. **Scientiae Studia**, v.8, n.3, p.339-366, 2010.

XAVIER, C.; BARRETO, B. **Física Ensino Médio**: volume 1 - Mecânica. p.314-322. São Paulo: FTD, 2010. (Coleção Física Aula por Aula).

MEMÓRIAS DA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA NO BRASIL: RECORTES A PARTIR DAS FALAS DE PESQUISADORES ENTREVISTADOS SOBRE O TEMA

*Gustavo Iachel*¹
*Roberto Nardi*²

Resumo: Relata-se neste artigo uma retrospectiva histórica referente a dados provenientes de pesquisa em Educação em Astronomia no país, pós 1973, organizada com base na análise das falas de pesquisadores considerados referências nacionais nesse campo, como também na leitura de publicações das áreas de ensino de Ciências, Física e Astronomia. Tal panorama histórico foi desenvolvido com o intuito de favorecer nossa compreensão sobre os contextos nos quais os pesquisadores entrevistados se desenvolveram profissionalmente. Ademais, buscou-se recobrar a memória do crescente campo de pesquisa em Educação em Astronomia no país. Entendemos que o histórico apresentado possa contribuir para com os que buscam entender o passado na tentativa de solucionar demandas atuais e futuras.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Pesquisa em Ensino de Astronomia; Memórias de pesquisadores.

MEMORIAS DE LA EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA EN BRASIL: RECORTES DE LOS DISCURSOS DE INVESTIGADORES ENTREVISTADOS ACERCA DEL TEMA

Resumen: Se presenta en este artículo una retrospectiva histórica referente a datos provenientes de la investigación en enseñanza de la astronomía en el Brasil, después de 1973, organizada sobre la base del análisis de los discursos de los investigadores nacionales considerados referencias en este campo, y también en la lectura de las publicaciones en las áreas de Enseñanza de las Ciencias, Física y Astronomía. Este repaso histórico se desarrolló con el fin de facilitar la comprensión de los contextos en los que los investigadores entrevistados se han desarrollado profesionalmente. Por otra parte, se intentó recuperar la memoria del creciente campo de la investigación en Educación en Astronomía en el país. Creemos que el relato presentado puede contribuir a quien trata de comprender el pasado, en un intento de resolver las demandas actuales y futuras.

Palabras clave: Educación en Astronomía; Investigación en Enseñanza de Astronomía; Memorias de los investigadores.

MEMORIES OF ASTRONOMY EDUCATION IN BRAZIL: CLIPPINGS FROM THE DISCOURSES OF INTERVIEWED RESEARCHERS ON THE SUBJECT

Abstract: This paper presents a historical retrospective concerning data from a research in Astronomy Education in Brazil, after 1973. It was organized on the basis of the speech analysis of national researchers considered references in this field by their peers. Furthermore, it was elaborated on the basis of other studies from the areas of Science Education, Physics and Astronomy. This historical overview was developed in order to facilitate understanding of the contexts in which the interviewed researchers have developed professionally. Moreover, we attempted to recover the memory of the growing field of research in Astronomy Education in the country. We believe that the history presented can help those trying to understand the past in an attempt to resolve current and future demands.

Keywords: Astronomy Education; Research in Astronomy Education; Memories of researchers.

¹ Universidade Estadual de Londrina, UEL, Londrina-PR. Email: <iachel@uel.br>.

² Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP, Bauru-SP.
Email:<nardi@fc.unesp.br>.

1. Introdução

Em pesquisa recente (IACHEL, 2013), entrevistamos pesquisadores considerados, por seus pares, referências nacionais na pesquisa relacionada à Educação em Astronomia no Brasil. Investigamos suas concepções acerca da formação inicial e continuada de professores, bem como sobre o papel de possíveis centros de referência, como planetários e observatórios, na formação de professores em suas regiões. Além disso, pudemos constatar várias declarações que remontam à memória da pesquisa em Educação em Astronomia no país, que apresentamos e comentamos ao longo deste trabalho. Dentro da ampla pesquisa realizada, a elaboração da retrospectiva histórica teve por objetivo: i. Reconstruir a memória do campo de pesquisa em Educação em Astronomia no país; ii. Oferecer elementos históricos aos pesquisadores interessados em compreender o passado da área, principalmente àqueles que proporão possíveis ações na tentativa de suprir as demandas atuais e futuras, em relação à formação inicial ou continuada de professores.

2. Metodologia de Pesquisa

Através de buscas sistemáticas ao sistema de currículos Lattes, identificamos 93 doutores que se declaram atuantes na área de Astronomia Aplicada ou na área de Ensino ou Educação em Astronomia. Tais pesquisadores foram consultados com o intuito de indicarem, eletronicamente, três nomes que julgam pertencer a pesquisadores importantes na pesquisa em ensino de Astronomia no país. A pesquisa desenvolvida entrevistou sete entre os onze nomes mais indicados pela consulta.

As gravações das entrevistas em áudio foram autorizadas pelos participantes mediante a assinatura de termo de consentimento livre e esclarecido. A transcrição integral das entrevistas pode ser consultada na pesquisa que originou este artigo (IACHEL, 2013). Em relação a este artigo, foram selecionados apenas os trechos em que os entrevistados comentam sobre a história deste campo de pesquisa.

A partir da análise de suas falas, bem como da leitura de outros trabalhos da área, fomos capazes de elaborar a retrospectiva descrita. Visando elucidar de onde falam esses entrevistados, apresentamos alguns dados sobre os mesmos, sem, entretanto, identificá-los, visto os compromissos éticos firmados quando da tomada das entrevistas.

3. Os pesquisadores entrevistados

Para que a análise do conteúdo (BARDIN, 2000) proposta na pesquisa que originou este estudo fosse satisfatória (IACHEL, 2013), foi preciso que contextualizássemos os lugares de onde falam os pesquisadores entrevistados nesta pesquisa. Todavia, não poderíamos revelar a identidade dos pesquisadores participantes, conforme os princípios éticos de pesquisa pelos quais nos comprometemos. Com isso, realizamos o exercício de “dizer sobre” os entrevistados sem, no entanto, trazer elementos suficientes para a sua identificação.

É válido ressaltar que os pesquisadores entrevistados receberam siglas aleatórias (P1 até P7).

Entrevistado	Formação
P1	Doutorado em Educação (década de 90); atuante em universidade pública; Dirigiu planetário; pesquisa sobre a Educação em Astronomia, a Educação não formal e a formação continuada de professores.
P2	Doutorado em ensino (década de 2000); atuante em universidade pública; pesquisa sobre a Educação em Astronomia.
P3	Doutorado em Educação (década de 2000); atuante em universidade pública; pesquisa sobre a Educação em Astronomia, a formação de professores e a prática de ensino de ciências e de Física.
P4	Doutorado em Astronomia (década de 90); atuante em universidade pública; pesquisa sobre o ensino de Física e de Astronomia.
P5	Doutorado em Educação (década de 2000); atuante em universidade pública; pesquisa sobre o ensino de Física e de Astronomia.
P6	Doutorado em Astrofísica (década de 90); atuante em universidade pública; pesquisa sobre a Astrofísica e o ensino de Astronomia.
P7	Doutorado em Astronomia (década de 70); aposentou-se atuando em universidade pública; dirigiu planetário; pesquisa sobre a História, o ensino e a divulgação da Astronomia; colabora em pesquisas.

Quadro 1 - Formação dos entrevistados.

Fonte: Iachel (2013).

Objetivando verificar em que área os entrevistados realizam suas pesquisas, fizemos um estudo quanto ao tipo de suas publicações ao longo de seu percurso formativo.

Pudemos observar, por exemplo, que o P7 defendeu seus trabalhos de mestrado e doutorado na década de 1970, e que, nas décadas seguintes, contribuiu com artigos e capítulos de livros na área de pesquisa em Astronomia Aplicada. Entendemos, por essa razão, que sua indicação se deu muito mais por seu posicionamento ativista e sua atuação no debate, como vemos claramente em suas falas, do que por suas publicações, que são no campo da Astronomia Aplicada.

O mesmo ocorre com o P4 e o P6, que possuem doutorado em Astronomia (ambos defendidos na década de 90), mas que recentemente publicaram artigos no campo da Educação. Este fato nos faz imaginar que os professores doutores formados nas áreas aplicadas passam, de alguma forma, a participar dos debates em Educação. Os motivos que levam esses pesquisadores a migrar de área podem ser devidos, por exemplo, às demandas dos departamentos em que atuam, por motivações pessoais ou profissionais, por abertura do campo de pesquisa na área de ensino, visto haver, recentemente, um maior fomento para ações na área de Educação.

Entendemos que as contribuições no campo da pesquisa e do ensino em Astronomia realizadas por esses três primeiros pesquisadores devem-se muito mais às atividades de ensino e divulgação que realizam do que às suas publicações nesse campo

específico. É possível que esse ativismo tenha sido considerado pelos consultados durante as indicações.

O P1 também optou por migrar de campo de atuação, pois se formou mestre em Física na década de 1980, e doutor em Educação na década de 1990. Seus trabalhos passaram, então, a ser publicados no campo da pesquisa em Educação, com ênfase no ensino de Astronomia.

O P2, o P3 e o P5 formaram-se mestres na área de Educação e depois defenderam o doutorado (década de 2000) na mesma área. Por essa razão, suas publicações são voltadas à área de Educação em Astronomia. Assim como no caso dos demais pesquisadores indicados, também são ativistas por realizarem ações pró-educação em Astronomia, relacionadas principalmente à formação inicial e continuada de professores, além de contribuírem com publicações em periódicos da área de Ensino.

Estes dados auxiliaram-nos a verificar se a formação dos entrevistados possui características que possam interferir em suas concepções sobre o ensino de Astronomia, bem como sobre a formação inicial e continuada de professores. Considerando o estudo inicial de elementos da história da pesquisa em ensino de Astronomia no país e os perfis dos entrevistados, iniciamos a análise das entrevistas transcritas.

4. Fatos históricos relacionados ao campo de Educação em Astronomia no país

Inicialmente, organizamos um quadro síntese contendo fatos citados nas entrevistas e também decorrentes da pesquisa realizada (IACHEL, 2013) que julgamos relevantes neste percurso, o que nos possibilitou uma visão mais geral antes do detalhamento de cada momento. Para sua elaboração, nos concentramos nas falas dos entrevistados, bem como em registros presentes em atas de eventos, em boletins da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB) e em relatos de outros pesquisadores. Utilizamos também bases de dados, como a organizada e mantida por Bretones e Megid Neto (2005), que nos auxiliou a localizar historicamente algumas teses e dissertações ao longo de quatro décadas. Apoiamos-nos também em consultas realizadas e organizadas por Feres (2010).

ANO	FATO
1973	Defesa da tese sobre o ensino de Física na área de Educação, de autoria de Rodolpho Caniato.
1985	Durante o VI Simpósio Nacional de Ensino de Física (SNEF), em Niterói/RJ, o professor Caniato apresentou o trabalho “Ideário e prática de uma proposta brasileira para o ensino de Física”, onde destaca o emprego da Astronomia.
1987	Durante o VII SNEF, os pesquisadores Romildo Póvoa Faria (que viria a participar ativamente da estruturação dos PCN para o segundo ciclo do ensino fundamental), Marcio Campos e Rodolpho Caniato debateram sobre o ensino de Astronomia no 1º grau.

1991	Realização de um grupo de trabalho sobre o ensino de Astronomia no 1º e 2º grau durante o IX SNEF (São Carlos/SP), com elaboração de moção destinada à assembleia do evento.
1993	Realização de um grupo de trabalho sobre o ensino de Astronomia no 1º e 2º grau durante o X SNEF (Londrina/PR), com nova moção elaborada.
1993	Criação da Comissão de Ensino da Sociedade Astronomia Brasileira (CESAB) durante a XXI Reunião Anual da SAB (Caxambu/RJ).
1996	Realização do I Encontro Brasileiro de ensino de Astronomia (EBEA) e I Reunião da Associação Brasileira de Planetários (RABP), em Campinas/SP.
1998	Publicação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN); Criação da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).
1999	Durante o IV EBEA e IV RABP, que ocorreu no Rio de Janeiro, ocorreram debates sobre a separação desses eventos.
2000	Criação da Área 46 da CAPES, que impulsionou a criação de mestrados, doutorados e periódicos no campo de Ensino de Ciências.
2002	Último ano em que ocorreram simultaneamente o VII EBEA e o VII RABP, em Fortaleza/CE.
2004	Realização do VIII e último EBEA, em São Paulo; Lançamento da Revista Eletrônica Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA).
2005	Organização de uma base de dados contendo informações sobre teses e dissertações relacionadas ao ensino de Astronomia.
2009	Ano Internacional da Astronomia; Criação dos Encontros Regionais de ensino de Astronomia.
2011	Retorno de evento específico relacionado ao ensino de Astronomia, o Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (SNEA).
2012	Realização do II SNEA, amplamente consolidado.

Quadro 2 - Síntese da retrospectiva histórica da pesquisa em Educação em Astronomia no país.

Fonte: Iachel (2013).

Com base nesse panorama geral, debatemos, com maiores detalhes, momentos da história da pesquisa em ensino de Astronomia no país, apoiado também nos discursos dos entrevistados que puderam acompanhar o desenrolar desses fatos.

Inicialmente, destacamos a defesa da tese de Caniato (1973), de título “Um projeto brasileiro para o ensino de Física”. Apesar de se tratar de um estudo sobre a Física geral, um dos volumes da obra, “o Céu”, trouxe várias discussões sobre o ensino de Astronomia, apresentando possibilidades para a instrumentação em sala de aula. Para grande parte dos pesquisadores, incluindo-se alguns dos entrevistados, esse marco representa um momento em que as demais áreas das humanidades, como a da Educação, passaram a se preocupar mais com o ensino de Astronomia nas escolas, principalmente no que diz respeito à formação inicial de professores.

P3: É. No Brasil tem poucos trabalhos que mostram as justificativas para o ensino de Astronomia. A primeira tese que apareceu, que é do professor Rodolpho Caniato, ele elenca algumas justificativas da Astronomia.

O P3 destaca o trabalho de Caniato (1985) como um dos primeiros a apresentar a importância do ensino de Astronomia no país. Existe certo consenso de que sua tese marque bem o provável início das discussões, das preocupações e dos movimentos de pesquisadores envolvidos com a Educação em Astronomia no país. Além de sua tese, os episódios de vida de “Joãozinho da Maré” (CANIATO, 1983) foram utilizados em cursos de formação inicial e/ou continuada por todo o país, ao longo de anos. Por esses e outros motivos, o professor é reconhecido pelos pares como pioneiro nesse campo de pesquisa.

Atualmente, este autor participa das discussões mais importantes sobre a pesquisa no país, vindo a proferir a palestra “Meus caminhos no ensino de Astronomia”, durante o I SNEA (2011), no Rio de Janeiro, momento em que compartilhou sua experiência de vida com os colegas presentes:

Continuemos a semear, mesmo quando nos parecer que as sementes se perderam. Na Natureza é sempre assim: é preciso que haja muitas sementes e agentes semeadores para que umas poucas sementes vingam. Considero um privilégio estar vivendo e vendo quantos outros semeadores estão preocupados e de fato também semeando por muitos outros novos campos, tanto ao Sol, como ao luar e também sob o céu estrelado (CANIATO, p.7, 2011).

Continuando a trilha histórica, nos deparamos com um debate entre os pesquisadores Romildo Póvoa Faria, Marcio Campos e Rodolpho Caniato realizado em 1987, durante o VII SNEF, sobre alguns conteúdos da Astronomia no então “primeiro grau” da escolaridade (hoje denominado ensino fundamental) e a formação de professores. Esse fato pode ter delimitado, de certa forma, um espaço para o debate do ensino de Astronomia dentro dos eventos da área de ensino de Física, o que provavelmente motivou o surgimento dos grupos de trabalho em encontros posteriores.

Na ocasião, os pesquisadores debateram sobre o ensino de Astronomia neste nível de ensino (1º grau). Alguns anos depois, Romildo Póvoa viria a participar ativamente da estruturação dos PCN para o segundo e terceiro ciclos do ensino fundamental, fato lembrado por P5:

P5: [...] tínhamos uma pessoa no PCN de ciências muito... não sei se você conheceu o Romildo [Póvoa Faria], ele trabalhou muito anos no planetário de Campinas, uma pessoa fantástica que infelizmente já se foi. Ele foi o responsável por essa parte toda de Astronomia no PCN de ciências e ele, claro, sabia dessa formação do professor, mais frágil. Trabalhava muito diretamente com o público, e aí foi lá e escreveu um material que é quase um material didático.

Como vemos em uma seção posterior, a estruturação de um PCN preocupado com os conteúdos da Astronomia pode ter influenciado no aumento do número de pessoas interessadas na pesquisa em ensino de Astronomia. Todavia, em 1987, o número de trabalhos apresentados em eventos nacionais era baixo como, por exemplo,

no VII SNEF, quanto foram apresentados apenas dois painéis sobre o tema (NASCIMENTO e HAMBURGER, 1987; LIVI, 1987).

Em 1991, foi organizado um grupo de trabalho sobre o ensino de Astronomia no 1º e 2º grau (atuais ensino fundamental e médio) durante o IX SNEF (São Carlos/SP). Dentre as discussões e atividades, destaca-se a moção encaminhada para a assembleia geral do evento:

Sendo o SNEF o foro de discussão para o ensino de Física, e reconhecendo que a Astronomia é parte integrante desse ensino com grande potencial de torná-lo mais dinâmico, crítico e criativo, solicitamos que o Simpósio constitua-se também no foro congregador de professores interessados em desenvolver o ensino de Astronomia, sugerindo que seja buscado o apoio da Sociedade Astronômica Brasileira para tal fim. Coordenador: Silvia Helena Becker Livi, relator: Marcos Cesar Danhoni Neves (NEVES, p.137, 1991).

Observamos, nesse momento do percurso histórico, que estamos analisando a vontade política de alguns envolvidos com o ensino de Astronomia no país em oficializar um espaço para um debate constante ao longo de eventos futuros.

Durante o X SNEF (NARDI, 1993), foi novamente reunido um grupo de trabalho sobre o ensino de Astronomia no 1º e 2º grau. Além de relatarmos um “indiscutível AVANÇO na discussão do ensino de Astronomia em relação ao encontro no IX SNEF”, os envolvidos encaminharam nova moção à assembleia geral do evento:

Tendo o SNEF se tornado um foro congregador de professores interessados em desenvolver o ensino de Astronomia em 1º e 2º grau, tendo sido constatado que o ensino de Astronomia está ou vem sendo implementado no currículo do 1º grau, como ocorreu recentemente no Estado do Paraná e, tendo em vista a insistência dos professores de 1º grau presentes no encontro "ensino de Astronomia no 1º e 2º grau", solicitamos que seja encaminhada aos órgãos competentes (Secretaria de Educação dos Estados e Ministério da Educação), a RECOMENDAÇÃO de que o ensino de Astronomia seja incluído, não só nos cursos de aperfeiçoamento de professores, mas também nos currículos dos cursos de formação de professores (2º grau, Magistério e Licenciaturas). (LIVI, p.97, 1993)

Desta vez, o movimento político buscava maiores mudanças na estrutura de formação inicial de professores, pois a inserção da Astronomia na escola já era um fato como, por exemplo, no estado do Paraná. Aparentemente, a recomendação não surtiu os efeitos esperados. Todavia, segundo Trevisan (2011), nesse momento consolidou-se um grupo preocupado com o ensino de Astronomia (GEA) que, ainda em 1993, expôs a necessidade da formação de uma comissão, denominada posteriormente de Comissão de Ensino da Sociedade Astronomia Brasileira (CESAB). O fato ocorreu durante a XXI Reunião Anual (Caxambu - RJ), cuja ata emitida em 1994 descreve:

O Dr. Jafelice pede a palavra para discorrer sobre a necessidade de a sociedade criar uma comissão de ensino como prevê os estatutos. Referindo-se a mesa redonda sobre ensino havida, na noite anterior, explica que as discussões mostraram a necessidade de se promover outros eventos desse gênero. Usaram da palavra os Profs. Drs. Steiner e Vilhena encaminhando a favor da criação da referida comissão. O Dr. Magalhães lembra que a referida comissão já existiu em outras épocas e que o importante é reunir esforços fomentando localmente as discussões. O assunto é encaminhado para votação ficando aprovada a formação de uma comissão de ensino e que a diretoria deverá em um primeiro instante elegê-la para dar continuidade às discussões a ela pertinentes, recomendando ainda a realização de encontros para abordar o assunto ensino como foi promovido nesta reunião anual (LEISTER, 1994, *apud* TREVISAN, sem paginação, 2011).

Estava assim oficializada a criação de uma comissão de ensino dentro da Sociedade Astronômica Brasileira. Os motivos que impulsionaram a criação da CESAB, segundo o P4, eram evidentes e inspiravam preocupações:

P4: [...] Não adiantava termos aí cerca de 200 ou 300 astrônomos profissionais fazendo pesquisa de ponta, com registros internacionais, e enquanto se reuniam anualmente, as escolas da cidade e do lugar estavam ensinando coisas completamente equivocadas.

Ao longo de duas décadas de existência, a CESAB passou por fases variadas, contribuindo de várias formas para a consolidação da pesquisa em ensino de Astronomia no país. Sobre isso, o P2 comenta:

P2: A comissão de ensino da SAB passou por várias fases, não é? Logo a primeira fase foi dizer na própria sociedade, ou estabelecer essa questão, de que fazer ensino não é só ensinar, mas também fazer pesquisa em ensino. É algo que temos falado. Agora, ao longo de muitos anos, a área de ensino da SAB foi praticamente sinônimo de OBA, mas também não é só isso. Não é só isso. Então, me parece assim, que na próxima gestão a gente atue um pouco mais de perto, mas é uma tarefa muito séria e de muito fôlego poder fazer uma política em nível nacional de colocar esse tipo de coisa que estou falando. Isso é uma tentativa, temos isso em mente, mas deve ter muito trabalho...

Três anos depois do X SNEF e da criação da CESAB, ocorreu o I EBEB (Encontro Brasileiro de Educação em Astronomia), em Campinas/SP. O evento foi realizado conjuntamente com as reuniões da Associação Brasileira de Planetários até a sua sétima edição.

Outro fator que consideramos haver contribuído para alavancar o número de pesquisas no campo de ensino de Astronomia no país é a publicação dos PCN em 1998:

O extenso documento que explicita a proposta de reorientação curricular para os anos finais do ensino fundamental, elaborado pela Secretaria de Educação Fundamental do MEC, foi publicado em 1998. É composto por dez volumes, organizados da seguinte forma: um é introdutório, oito são referentes às diversas Áreas de Conhecimento do terceiro e do quarto ciclos do ensino fundamental (Língua Portuguesa,

Matemática, História, Geografia, Ciências Naturais, Educação Física, Arte e Língua Estrangeira), e o último volume trata dos Temas Transversais, que envolvem questões sociais relativas a: Ética, Saúde, Orientação Sexual, Meio Ambiente, Trabalho e Consumo e Pluralidade Cultural (BONAMINO e MARTÍNEZ, p. 11, 2002).

Por se tratar de um documento oficial, inferimos que sua elaboração tenha interferido positivamente no aumento de pessoas interessadas em pesquisar sobre o ensino desses conteúdos.

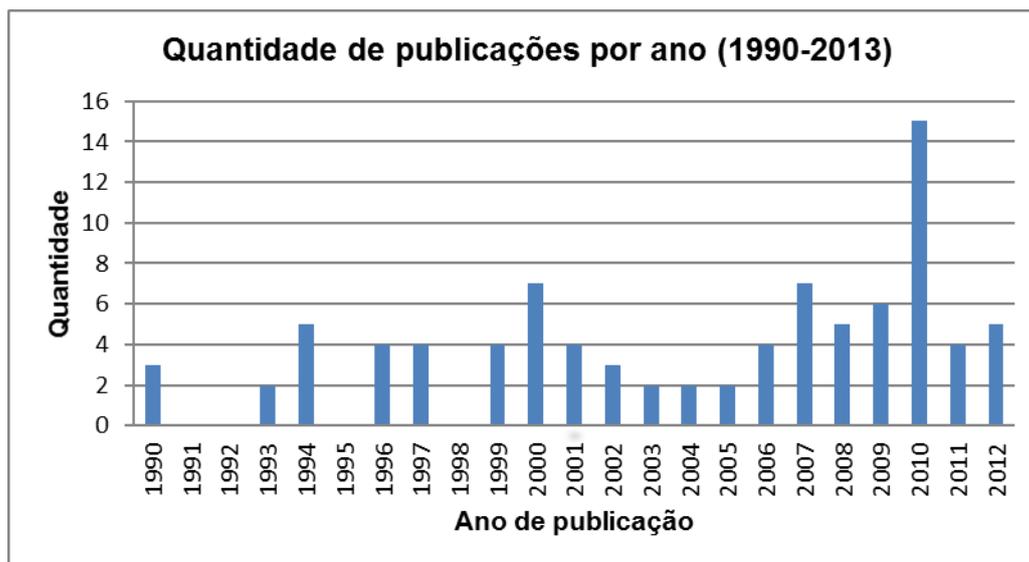


Figura 1 - Gráfico das publicações relacionadas ao ensino de Astronomia presentes no CBEF e na RBEF entre 1990-2012.

Fonte: Adaptado de Iachel (2010).

Ainda em 1998, as atividades da CESAB convergiram para a criação da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA) a qual, assim, relata o P4:

P4: [...] nos permitiu atuar de uma forma muito mais ampla, com um alcance maior, pois ao envolver o aluno na olimpíada o seu professor também estará envolvido, e se o professor quer que seu aluno se saia bem na OBA, ele tem que se informar melhor, buscar mais informações, seja compartilhando essa busca com os alunos ou colocando as coisas em um mural na escola sobre o tema, depois de aplicada a prova vendo o gabarito, se surpreendendo com respostas que ele achava de repente certas e que foram indicadas no gabarito como erradas e entender por que. Tudo isso é um processo de aprendizagem, entendeu?

O P7 destaca também o papel da OBA:

P7: [...] aconteceram outras iniciativas de grande alcance e eu destaco aí, sem dúvidas, a Olimpíada Brasileira de Astronomia. Eu acho que é outro caminho, exatamente fugindo, eu acho, do sistema formal, é uma iniciativa não formal, porém colaborando com o sistema formal, que tem produzido uma sinergia muito positiva. Eu fico impressionado, quer dizer, acho que isso é uma demonstração de que há uma demanda reprimida e que a Olimpíada vem atender. Então, a boa receptividade da Olimpíada é uma resposta a uma demanda

reprimidíssima de muito tempo e que cresce de uma maneira exponencial, e que tem tido sorte, por exemplo, com a coincidência do ano internacional da Astronomia, em que as atividades se multiplicaram.

O P2 também ressalta o papel da OBA, mas levanta igualmente uma preocupação:

P2: [...] a OBA faz um trabalho muito importante, mas imagino que ela não tenha uma preocupação mais geopolítica. São muito divulgados os trabalhos do professor Canalle, cursos, divulgação de material e tal, mas atende a quem quer fazer a OBA... e se o professor não quiser fazer a OBA? Como ele pode ser atingido, no bom sentido, como podemos disponibilizar em nível nacional esse material?

Também o P5 comenta sobre a OBA, destacando algumas de suas preocupações.

P5: [...] Acho que a OBA, embora tenha muita crítica as olimpíadas em geral, ela tem um papel de trazer mais gente, de fazer com que muitos professores no interior do país se envolvam com essa temática. Então, acho que têm surgido muito mais cursos de formação continuada, pois na formação inicial não temos nada. Então, se não tivermos formação continuada é impossível que a Astronomia chegue à sala de aula [...] As olimpíadas em geral têm essa característica de ser uma competição e não é um consenso de que a competição, você gerar esse sentimento de competição, seja algo benéfico do ponto de vista educacional, e isso em qualquer olimpíada, não só na OBA. Então, isso é uma crítica... tem também sobre o estilo da prova, sobre o estilo de questão que se tem privilegiado... pois, essas coisas, no fundo, se formos olhar isso como um vestibular, elas ditam regras também de como devem ser, então, se não temos um cuidado... isso depende muito de quem está fazendo a prova e sabemos que há muitos anos é o mesmo grupo, então não há diversidade. Acaba sendo algo muito linear.

Tais preocupações foram tema de estudo recente realizado por Rezende e Ostermann:

A mentalidade que defende as olimpíadas científicas parece pautar-se na ideia de que a construção do conhecimento científico baseia-se na contribuição de talentos individuais. Este aspecto está cada vez mais questionado nas narrativas epistemológicas contemporâneas que veem a construção da ciência como coletiva e distribuída. Também a aprendizagem é cada vez mais aceita como um processo eminentemente social. A perspectiva sociocultural vem enfatizando seu caráter mediado por outros indivíduos e pela linguagem. Isso não quer dizer que o indivíduo não se desenvolva ou possa aprender sozinho, mas que precisa de algum tipo de mediação, exercida por um material ou por outro indivíduo. Além de possibilitar aprendizagem efetiva, a interação e a colaboração são valores defensáveis tanto do ponto de vista cognitivo ou educativo quanto do ponto de vista da formação humana. (REZENDE e OSTERMANN, 2012, p. 249)

Não teríamos condições materiais e temporais para avaliar a OBA e seu impacto relacionado ao ensino de conteúdos de Astronomia. Essa questão carece de pesquisas no país. Todavia, com base nos pontos de vista dos destaques mencionados,

entendemos ser importante refletir sobre o papel da OBA na educação básica.

Inicialmente, preocupa-nos a carga de novas atribuições a qual o professor deverá aceitar, caso assumam coordenar as atividades em sua escola. Primeiramente, o docente deverá aprender os conteúdos da Astronomia, fato que dificilmente tem ocorrido na formação inicial. Após esse aprendizado, que poderá ocorrer em virtude de sua participação em atividades de formação continuada em horário extra e não remunerado, o professor deverá ser capaz de transpor didaticamente esse conhecimento e envolver seus estudantes em atividades de ensino. Quando o professor poderá ensinar conteúdos da Astronomia, além daqueles previstos pelos PCN? O docente, por fim, acabará tendo de destacar horário extra (e não remunerado, novamente) para montar turmas de alunos que desejam participar da OBA, para poder ensinar os conteúdos e ainda analisar, com eles, as edições anteriores. Enfim, o professor deverá estar muito motivado para participar da OBA, pois terá de investir um tempo extra, em que geralmente descansa de sua jornada semanal (normalmente extensa), para poder participar ativamente do processo. A questão nos remete àquela ideia de senso comum, segundo a qual o professor deva doar o seu tempo sempre que possível, um ranço secular, provavelmente jesuítico (ADORNO, 2006). Entendemos que o professor deve ser reconhecido como profissional e deva ser bem remunerado por qualquer atividade que desenvolva para o progresso de seus alunos ou de sua escola.

Por parte dos alunos, entendemos ser importante investigar e existe uma medida que permita examinar como e quanto uma vitória em uma olimpíada de conhecimento específico incentiva o vencedor a trilhar o caminho das ciências. Essa motivação dos vencedores nos parece momentânea, cabendo, em consequência disso, uma pesquisa envolvendo os vencedores das edições da OBA, para investigar por quais vias seguiram após a atividade. Caberia, ainda, uma investigação em relação aos estudantes que não foram vitoriosos nas edições da OBA em que participaram.

Por essas razões, apenas procuramos analisar os posicionamentos dos entrevistados em relação à criação e manutenção da OBA e, com isso, refletimos sobre algumas possíveis tensões entre os pontos de vista desses pesquisadores, analisando possíveis temáticas de pesquisas futuras sobre o tema.

Conforme vimos anteriormente, o P4 e o P7 possuem doutorado em Astronomia, enquanto que o P2 e o P5 possuem doutorado em Ensino e Educação, nesta ordem. Possivelmente, algumas tensões já partem da própria natureza e especificidade de suas formações. Acreditamos que um doutor em Astronomia seja capaz de refletir sobre o ensino de Astronomia, como evidenciado pela pesquisa. Todavia, os referenciais teóricos da Educação podem não ser compartilhados com as demais áreas, como a da Astronomia aplicada e vice-versa. Desta forma, as críticas sobre a natureza de uma competição entre alunos surgem de referenciais da Educação, leituras possivelmente desconhecidas por parte dos astrônomos profissionais que defendem e estruturam as olimpíadas.

Outro aspecto interessante no discurso do P5 diz respeito a questões políticas. Organizar provas de grande abrangência pode ser tido como um ato político, considerando-se que esses instrumentos ditam certos padrões, certas tendências aos conteúdos e às formas da Astronomia para a escola. Entende-se sua preocupação em razão de que o grupo responsável pela OBA, apesar de competente em Astronomia e Astronáutica, aparenta ser o mesmo desde a fundação da avaliação. Esse fato nos leva a

imaginar que exista certa hegemonia entre cada edição da OBA, e é consenso que a hegemonia é um aspecto negativo por atrasar alguns avanços que a heterogenia traria à avaliação. Ademais, os avanços da pesquisa na área de ensino de Astronomia e em outras disciplinas relacionadas à Educação, de uma forma mais abrangente, precisam ser incorporados nesta questão.

Enfim, fica evidente que a formação dos envolvidos interfere diretamente em suas concepções, ora a favor, ora contra a OBA. Como dito anteriormente, nosso posicionamento em relação à existência e manutenção da OBA requer uma investigação profunda sobre o seu papel na formação dos alunos, professores e pesquisadores da área.

Voltando à retrospectiva histórica, podemos destacar dois trabalhos relevantes dessa linha de pesquisa: a tese de Bisch (1998) e a dissertação de Bretones (1999).

Durante o quarto Encontro Brasileiro de Educação em Astronomia (IV EBEA) e quarta Reunião da Associação Brasileira de Planetários (IV RABP), que ocorreram na cidade do Rio de Janeiro em 1999, alguns participantes se perguntavam se não seria vantajoso para ambos os eventos que eles ocorressem de forma separada, isto é, enquanto o EBEA atendesse a demanda de um grupo de profissionais mais interessados na Educação nos níveis fundamental, médio e superior, a RABP se destinaria aos profissionais ocupados com atividades desenvolvidas em planetários. Essas discussões amadureceram até 2002, quando se decidiu, durante a assembleia do sétimo encontro, em Fortaleza/CE, que os próximos eventos ocorreriam separadamente. Um dos organizadores do evento escreveu:

Finalmente a separação ocorreu em 2002, em Fortaleza, em um evento fraco em todos os níveis, sem nenhuma manifestação contrária, quando contamos com apenas 4 apresentações de trabalhos de ensino de Astronomia, sendo que apenas duas trouxeram temas adequados ao evento. Os eventos estavam se tornando caros, pois os organizadores esperavam a participação de cerca de 100 pessoas, no entanto, não compareciam mais de 30 pessoas e o público geral sumiu. (Apêndice A).

O quadro seguinte sintetiza os eventos EBEA e RABP que ocorreram de forma conjunta.

Evento	Local	Data
I EBEA e I RABP	Campinas / SP	25-28/10/1996
II EBEA e II RABP	Porto Alegre / RS	08-09/11/1997
III EBEA e III RABP	Belém / PA	08-11/09/1998
IV EBEA e IV RABP	Rio de Janeiro / RJ	01-04/12/1999
V EBEA e V RABP	Belo Horizonte e Ouro Preto / MG	21-24/11/2000
VI EBEA e VI RABP	Florianópolis / SC	22-26/10/2001
VII EBEA e VII RABP	Fortaleza / CE	30/10-02/11/2002

Quadro 3 - EBEA e RABP.

Fonte: Relato histórico sobre os EBEAS (Apêndice A).

Em 2004, realizou-se o oitavo e último EBEA na cidade de São Paulo. Infelizmente, o evento foi pouco procurado por professores e pelo público em geral, o que ocasionou a sua extinção. Isso nos mostra que, apesar das três décadas de pesquisa sobre o ensino de Astronomia no país, o grupo de pesquisadores interessados nessa linha ainda era pequeno.

Voltando ao ano de 2000, entendemos que a consolidação da área 46 na CAPES possa ter estimulado a criação de mestrados, doutorados e periódicos relacionados ao ensino de Ciências, campo em que a Educação em Astronomia pode contribuir e crescer. Segundo Nardi (2005), tal fato resultou da pressão dos pares, empenhados em congregar e avaliar os programas de pós-graduação existentes na época. Apesar de sua importância para a organização e articulação dos programas de pós-graduação em Ensino de Ciências no país, o conselho superior da CAPES extinguiu-a em 26/05/2011, criando a área de Ensino. Com isso, os programas que estavam cadastrados sob a área 46 foram agrupados aos demais programas de outras áreas específicas de ensino, como a da Física, da Química, da Matemática, da Saúde, do Direito etc., para serem cadastrados todos sob a área de Ensino. Entendemos que existem prós e contras em relação à extinção da área 46. Aparentemente, trabalhos da área de Ensino de Ciências são mais difíceis de serem classificados quanto à natureza dos conteúdos que investigam. Por exemplo, e este é o nosso caso, em que campo ou área o ensino de Astronomia deveria ser inserido? No de Ciências – se pensarmos na Astronomia do ensino fundamental e dos anos iniciais? No de Física – se abordamos a Astronomia ensinada no ensino médio? No da Astronomia e Astrofísica – se debatermos conteúdos mais avançados? Parece-nos vantajoso avançar melhorando nas possíveis classificações dos campos de pesquisa, sem com isso por obstáculos à possibilidade de interdisciplinaridade de tais disciplinas.

Continuando o percurso, podemos observar que, entre 2004 e 2009, houve certo silêncio por parte da comunidade quanto à realização de eventos com maior visibilidade, com exceção da contínua elaboração e aplicação da OBA. Todavia, o número de dissertações e teses sobre o tema no país saltou quantitativamente e qualitativamente. Dentre os vários trabalhos nesse período, destacaram-se na comunidade as dissertações de Langhi (2004), Mees (2004) e Marrone (2007), e as teses doutorais de Bretones (2006), Leite (2006), Sobreira (2006) e Langhi (2009a). Durante esse intervalo, Bretones e Megid Neto (2005) organizaram uma base de dados que foi importante para a divulgação de teses e dissertações sobre o tema em todo o país, fato a ser considerado.

Além disso, em 2004 ocorreu o lançamento da RELEA – Revista Eletrônica Latino-Americana de Educação em Astronomia, consolidando-se como uma das principais fontes de consulta em língua portuguesa e castelhana no hemisfério sul sobre pesquisas do campo da Educação em Astronomia.

Entendemos que 2009 tenha sido um ano importante para o ensino e a pesquisa em Educação em Astronomia no país, pois a UNESCO o definiu como o Ano Internacional da Astronomia (AIA2009²). Augusto Damineli, o representante brasileiro na União Astronômica Internacional e o coordenador do ano internacional da

² O ano de 2009 foi escolhido em virtude das comemorações dos 400 anos das descobertas astronômicas mais importantes de Galileu, como a identificação de corpos celestes revolucionando em torno de Júpiter, as luas galileanas ou, como denominadas pelo cientista, astros mediceus.

Astronomia no Brasil, saudou a todos através de um vídeo divulgado em janeiro daquele ano:

A ONU declarou 2009 como o ano internacional da Astronomia. O governo brasileiro teve um papel decisivo nessa declaração, e aqui no Brasil se montou uma grande rede de divulgação científica coordenada por cientistas, astrônomos amadores e educadores para oferecer ao público atividades de observação do céu, palestras, shows de planetários, durante todo o ano. O que queremos é usar o fascínio que a Astronomia desperta nas pessoas para aproximá-las da ciência, para difundir uma mentalidade científica, para atrair jovens para a carreira de pesquisador. Na Astronomia se processam revoluções a cada década. No entanto, nosso cidadão ainda vive o imaginário antiquado de um céu completamente desconectado da terra. No entanto, já faz 500 anos que nós sabemos que a terra está no céu. Depois disso, descobrimos muitas maneiras pelas quais o céu está na terra. Toda energia que aqui circula veio de fora do planeta, toda matéria que aqui está veio das estrelas que já morreram. Nós somos poeira de estrelas. O nosso cotidiano tem relações muito mais profundas com um cenário muito amplo que nós não descobrimos com facilidade. 2009 é o ano para as pessoas redescobrirem suas ligações, por que toda vez que exploramos o espaço lá fora, o nosso espaço interno se amplia, se reconecta de diferentes formas e isso é fundamental para a cultura humana. Nós contemos o universo que nos contém. Como representante da União Astronômica Internacional para o ano de 2009 no Brasil, quero convidar a todos para participarem ativamente das atividades programadas pela rede e procurar no site as atividades para a sua região específica. Que todos tenham um excelente 2009 e que procurem as suas ligações com o universo. Esse é o ano para fazer isso (DAMINELI, 2009, sem paginação).

Durante 2009, vimos surgir inúmeras atividades sobre a Astronomia e seu ensino em vários locais pelo mundo. O P5 comenta sobre o “boom” de eventos relacionados à Astronomia no Brasil.

P5: [...] *Acho que depois do Ano Internacional da Astronomia principalmente, foi um “boom” maior, pois antes tínhamos coisas mais esporádicas. Parece-me que temos mais cursos nessa temática hoje do que antes. Aumentou a oferta, quer dizer, aumentou talvez o interesse das pessoas, pois foram ver de repente, ou participaram de algumas atividades, mesmo sem querer, de algumas atividades que envolveram o AIA e acabaram se envolvendo mais.*

Entre as várias atividades realizadas no Brasil no AIA2009, a organização de nós locais e a criação dos EREA (Encontro Regional de ensino de Astronomia) são as que mais chamam a nossa atenção devido a sua contínua existência. Os EREA, por exemplo, atingiram até o momento a marca de mais de 40 eventos realizados pelo país (quadro 3). O P4 comenta sobre algumas das várias atividades relacionadas aos EREA:

P4: [...] *mais recentemente, de 2009 para cá, tivemos um programa de cursos onde chamamos Encontros Regionais de ensino de Astronomia, o EREA, e o Paraná é o estado que mais tem aproveitado essas ofertas desses cursos, pois eles têm um custo quase que zero para o*

núcleo regional, pois entramos com as passagens dos palestrantes, com material de consumo utilizado, doamos livros, planisférios, lunetas... conseguimos comprar 20000 lunetas, os chamamos galileoscópios em 2009, já distribuimos em torno de 16000 lunetas e essas últimas estamos distribuindo somente presencialmente, montando com os professores e ensinando a usar. Ampliamos também a questão de cursos na área de astronáutica, selecionamos um conjunto de alunos e seus professores para capacitação na área de astronáutica, incluímos também um evento na área de energia nos últimos quatro anos.

Nº	Local	Período (continua)	Nº	Local	Período (conclusão)
I	Foz do Iguaçu (PR)	16-19/09/2009	XXVII	Maringá (PR)	28-31/05/2012
II	Bauru (SP)	24-30/10/2009	XXVIII	Belo Horizonte (MG)	07-10/06/2012
III	Sobral (CE)	19-21/11/2009	XXIX	Toledo (PR)	19-21/07/2012
IV	Porto Alegre (RS)	24-26/03/2010	XXX	Natal (RN)	23-27/07/2012
V	Iepê (SP)	21-24/04/2010	XXXI	Foz do Iguaçu (PR)	19-22/09/2012
VI	Limoeiro do Norte (CE)	16-19/06/2010	XXXII	Vassouras (RJ)	07-11/08/2012
VII	Caucáia (CE)	18-21/08/2010	XXXIII	Cascavel (PR)	02-04/10/2012
VIII	Foz do Iguaçu (PR)	21-25/09/2010	XXXIV	Teresina (PI)	29/10-01/11/2012
IX	Toledo (PR)	06-09/10/2010	XXXV	Maceió (AL)	5-7/12/2012
X	Campo Grande (MS)	13-16/10/2010	XXXVI	Pitanga (PR)	20-23/03/2013
XI	São Carlos (SP)	20-23/10/2010	XXXVII	Lajeado (RS)	18-20/04/2013
XII	Recife (PE)	10-12/11/2010	XXXVIII	Bauru (SP)	08-11/05/2013
XIII	São Paulo (SP)	10-12/02/2011	XXXIX	Pres. Prudente (SP)	23-25/05/2013
XIV	Jaraguá do Sul (SC)	09-11/03/2011	40° *	Batatais (SP)	10-13/07/2013
XV	Santo André (SP)	25-27/04/2011	41°	Jundiaí (SP)	24-27/07/2013
XVI	Ji-Paraná (RO)	18-21/05/2011	42°	Videira (SC)	01-03/08/2013
XVII	Belo Horizonte (MG)	26-28/05/2011	43°	Marília (SP)	03-05/10/2013
XVIII	Ponta Grossa (PR)	06-11/06/2011	44°	Santa Fé – Argentina	07-08/10/2013
XIX	Ubatuba (SP)	04-08/07/2011	45°	Anápolis (GO)	16-18/01/2014
XX	Pato Branco (PR)	20-23/07/2011	46°	Pres. Prudente (SP)	20-22/03/2014
XXI	Cascavel (PR)	25-27/08/2011	47°	Umuarama (PR)	09-11/04/2014
XXII	Pelotas (PR)	02-05/11/2011	48°	João Pessoa (PB)	29/04-01/05/2014
XXIII	Assis (SP)	10-11/11/2011	49°	Oswaldo Cruz (SP)	11-13/06/2014
XXIV	Arapoti (PR)	30/11-3/12/2011	50°	Pitanga (PR)	24-27/06/2014
XXV	Feira de Santana (BA)	28-31/03/2012	51°	Adamantina (SP)	09-11/07/2014
XXVI	Pinhais (PR)	27-30/04/2012	52°	Piracicaba (SP)	16-18/07/2014

Quadro 4 - EREA realizados entre 2009 e Janeiro de 2014.

Fonte: Sítio oficial do EREA na internet. (<http://www.erea.ufscar.br>).

*A numeração romana deixou de ser utilizada a partir do 40º evento.

Infelizmente, o sítio oficial do AIA no Brasil foi desabilitado, o que impossibilita um levantamento mais detalhado das diversas atividades realizadas em 2009. Voltaremos a comentar sobre a grande rede citada pelo professor Daminieli em sua saudação ao longo deste trabalho.

Pudemos, até então, refletir sobre como várias ações se consolidaram no país graças à análise histórica do desenvolvimento dessa linha de pesquisa, de 1973 até recentemente. Buscamos sintetizar as mais importantes na seguinte lista:

- i. Surgimento de pesquisadores interessados na Astronomia, que fomentaram as primeiras ações relacionadas ao ensino dessa ciência no país;
- ii. Criação da comissão de ensino de Astronomia dentro da SAB;
- iii. Elaboração dos PCN, que oficializaram o ensino de certos conteúdos da Astronomia no currículo escolar;
- iv. Surgimento de eventos como o EBEA, a OBA, o SNEA e o EREA;
- v. Lançamento da RELEA;
- vi. Gradativo aumento do número de trabalhos em eventos, além de teses e dissertações;
- vii. O ano internacional da Astronomia, que pode ser considerado um fator catalisador para o surgimento de novas pessoas interessadas nessa linha de pesquisa;
- viii. A manutenção de alguns nós locais provenientes do AIA2009, que poderão vir a se tornar futuros centros de referência no país.

Recentemente, Longhini *et al.* (2013) realizaram um estudo sobre o atual perfil dos pesquisadores interessados pelo campo de Educação em Astronomia no país. Através de buscas sistemáticas no sistema Lattes, os autores encontraram 187 pesquisadores segundo os seguintes critérios: i) apresentou projeto sobre a Educação em Astronomia; ou ii) foi autor ou coautor de livro desse campo; ou iii) orientou trabalhos de mestrado ou doutorado nesse campo; ou iv) foi autor de tese ou dissertação nesse campo. Após a análise dos currículos, concluíram que 132 deles são formados em Física, 128 são pesquisadores na região sudeste, 163 se formaram em instituição pública, 131 se pós-graduaram na região sudeste e 113 se tornaram doutores após 2000. De certa forma, esses dados refletem a realidade de nossos entrevistados, pois são em maioria atuantes na região sudeste, tendo parte deles defendido recentemente seus doutorados.

Ainda sobre o presente, o P3 comenta:

P3: O que está recente é o segundo SNEA. O Simpósio Nacional de Educação em Astronomia. O II SNEA me deixou bastante motivado. Porque teve uma pausa aí dos anteriores EBEAs, Encontro Brasileiro de ensino de Astronomia, foi até 2004 e parou e ano passado foi retomado, em 2011 retorna então os encontros específicos de Educação em Astronomia. Não que outros eventos ou revistas não apresentassem trabalhos sobre o ensino de Astronomia. É especificamente. Acho que a área, bom, vamos chamar de pseudoárea, ela oficialmente não é uma área, mas vamos chamar assim, vamos ser otimistas, a área está ganhando força e isso me

deixa bastante contente, porque a gente vê que essa luta é antiga, tomou rumos diferentes, interesses diferentes, mas acho que agora a preocupação na produção de anais registrados, com ISSN, com grupos e comitês de avaliações de trabalhos, pareceristas, enfim, tomando uma forma de um grupo que quer assumir uma maturidade maior, para dar uma forma e uma identidade a Educação em Astronomia. Então é um momento histórico, único, pois até então a Educação em Astronomia acabava sendo um apêndice. Eram artigos publicados periodicamente em revistas diferenciadas e agora no Brasil temos a RELEA, embora Latino-americana. No Brasil tem o boletim da SAB, mas que traz pequenos resumos e não artigos completos. A RELEA é a revista que tenta reunir os artigos, mas mesmo assim percebemos que temos um longo caminho a trilhar. Mesmo a RELEA precisa de mais artigos. O SNEA está na segunda edição. Talvez melhorar algumas divisões internas que existem aí, especificar bem o trabalho de astrônomo profissional, astrônomo amador, planetários e observatórios, Educação ou ensino de Astronomia, deixar claro essas identidades, essas entidades. Eu estou satisfeito do início desse caminho longo a ser trilhado. Acho que se manter o foco, essa preocupação... é o que a gente viu no início das outras áreas, nos SNEF, na SBF, tudo tem um começo difícil e tumultuado. Até o universo teve um começo tumultuado e continua até hoje, não é?

Com a reflexão deixada pelo P3, que nos dá uma visão geral da atual situação da pesquisa em ensino de Astronomia no país, passamos a estudar mais profundamente os nossos entrevistados, no intuito de investigar quem são e de onde falam.

Considerações Finais

Relatamos aqui resultados parciais de pesquisa que visou investigar as concepções de investigadores da área de educação em Astronomia com relação à formação inicial e continuada de professores para o ensino dessa ciência. Em decorrência do estudo realizado, pudemos destacar as memórias dos pesquisadores sobre a consolidação desse campo de pesquisa.

É válido ressaltar que prováveis limitações se fizeram presentes ao longo do desenvolvimento da pesquisa. A principal, como entendemos, diz respeito ao número reduzido de pesquisadores entrevistados, fato que pode, de certa maneira, levarmo-nos a indagar sobre a real representatividade que eles proporcionam a essa área de pesquisa. Apesar disso, reconhecemos que o campo de pesquisa em Educação em Astronomia consolida-se gradativamente no país, e que apenas recentemente o crescimento do número de pesquisadores tem alavancado, provavelmente, pela inserção da Astronomia nos Parâmetros Curriculares Nacionais, em 1998, e também pelo acontecimento do Ano Internacional da Astronomia, em 2009.

Além disso, não pretendemos que os resultados apresentados sejam aceitos pelo leitor como a história “completa” do crescimento e consolidação da área. Nesse sentido, o exposto por nós representa trechos de uma história que poderá continuar a ser desvelada por outros pesquisadores em outras condições de pesquisa.

Esperamos que a memória da formação do campo de pesquisa da Educação em Astronomia no Brasil possa contribuir para a análise de possíveis soluções para as atuais demandas relacionadas ao ensino dessa ciência no país, principalmente em relação à formação inicial e continuada de professores com vistas ao ensino dessa ciência.

Referências

ADORNO, T. W. Tabus acerca do magistério. In: ADORNO, T. W. **Educação e emancipação**. 4. ed., São Paulo: Paz e Terra, 2006.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**, Portugal: Edições 70, 2000.

BISCH, S. M. **Astronomia no ensino Fundamental**: Natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. 1998. 301 f. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 1998.

BONAMINO, A.; MARTÍNEZ, S. A., Diretrizes e parâmetros curriculares nacionais para o ensino fundamental: a participação das instâncias políticas do estado, **Educação e Sociedade**, v.23, n.80, p.368-385, 2002.

BRETONES, P. S. **A Astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 281 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas. 2006.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1999. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas. 1999.

BRETONES, P. S.; MEGID NETO, J. Tendências de Teses e Dissertações sobre Educação em Astronomia no Brasil. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, v.24, n.2, p.35-43, 2005.

CANIATO, R. Ato de fé ou conquista do conhecimento? Um episódio na vida de Joãozinho da Maré. **Boletim da Sociedade Astronômica Brasileira**, a.6, n.2, p.31-37, 1983.

CANIATO, R. Ideário e prática de uma proposta brasileira para o ensino de Física. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 6., 1985, Niterói. **Atas...**, Niterói: SAB, 1985.

CANIATO, R. Meus caminhos no ensino de Astronomia, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1., 2011, Rio de Janeiro. **Atas...**, Rio de Janeiro: UNIRIO, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br>>. Acessado em: 27 set. 2012.

CANIATO, R. **Um Projeto Brasileiro para o Ensino de Física**. 1973. 586 p. Tese (Doutorado) - UNESP, Rio Claro. 1973.

DAMINELI, A. **Saudação Augusto Damineli AIA 2009**. 2009. Disponível em <www.youtube.com>. Acessado em 13 nov. 2012. Sem paginação.

FERES, G. R. **A pós-graduação na área de Ensino de Ciências no Brasil**: uma leitura a partir da teoria de Bourdieu. 2010. 290 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) – Universidade Estadual Paulista - Faculdade de Ciências, Bauru. 2010.

IACHEL, G. **Os caminhos da formação de professores e da pesquisa em ensino de Astronomia**. 2013. 201 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru. 2013.

IACHEL, G.; NARDI, R. Algumas tendências das publicações relacionadas à Astronomia em periódicos brasileiros de ensino de Física nas últimas décadas. **Revista Ensaio**, v.12, n.2, p.225-238, 2010.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental**: repensando a formação de professores. 2009. 370 p. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências - UNESP, Bauru. 2009.

LANGHI, R. **Um estudo exploratório para a inserção da Astronomia na formação de professores dos anos iniciais do ensino Fundamental**. 2004. 240 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) - Faculdade de Ciências - UNESP, Bauru. 2004.

LEITE, C. **Formação do professor de Ciências em Astronomia: uma proposta com enfoque na espacialidade**. 2006. 274 f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2006.

LIVI, S. H. B. ensino de Astronomia no 1º e 2º grau (relatório). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 10., 1993, Londrina. **Atas...**, Londrina: Sociedade Brasileira de Física, 1993. p.96-8.

LIVI, S. H. B. ensino de Astronomia para professores do 1º e 2º grau, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 7., 1987, São Paulo. **Resumos...**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 1987.

LONGHINI, M. D.; GOMIDE, H. A.; FERNANDES, T. C. D. Quem somos nós? Perfil da comunidade acadêmica brasileira na Educação em Astronomia, **Ciência & Educação**, v.19, n.3, p.739-759, 2013.

MARRONE, J. J. **Um perfil da pesquisa em ensino de Astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de Ciências**. 2007. Dissertação (Mestrado Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR. 2007.

MEES, A. A. **Astronomia**: Motivação para o ensino de Física na 8ª Série. 132 f. Dissertação (Mestrado em ensino de Física) - Instituto de Física - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2004.

NARDI, R. (Org.). X Simpósio Nacional de Ensino de Física: tempo de avaliação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 10., 1993, Londrina. **Atas...**, Londrina: Sociedade Brasileira de Física, 1993.

NARDI, R. **A área de ensino de Ciências no Brasil**: fatores que determinaram sua constituição e suas características segundo pesquisadores brasileiros. 2005. 166 f. Tese (Livre-docência) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências, Bauru. 2005.

NASCIMENTO, S. S.; HAMBURGER, E. W. Fundamentos de Astronomia e gravitação para professores de 1ª à 4ª séries, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 7., 1987, São Paulo. **Resumos...**, São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 1987.

NEVES, M. C. D. ensino de Astronomia no 1º e 2º grau (relatório). In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9., 1991, São Carlos. **Atas...**, São Carlos: Sociedade Brasileira de Física, 1991. p.134-7.

REZENDE, F.; OSTERMANN, F. Olimpíadas de ciência: uma questão em prática, **Ciência & Educação**, v.18, n.1, p.245-256, 2012.

SOBREIRA, P. H. A. **Cosmografia Geográfica: a Astronomia no ensino de Geografia**, [Tese de Doutorado], São Paulo/SP, Universidade de São Paulo, USP, 239 p., 2006.

TREVISAN, R. H. Atuação do grupo de Astrofísica da UEL e sua ampliação na criação da comissão de ensino de Astronomia junto a SAB, In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 1, Rio de Janeiro, 2011, **Atas...**, Rio de Janeiro: UNIRIO, 2011. Disponível em: <<http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br>>. Acessado em: 27 set. 2012.

Apêndice A – Relato histórico sobre os EBEA

O trecho a seguir representa um relato sobre a História dos EBEA por uma pessoa que participou ativamente dos encontros. O referido indica possíveis razões para a separação do evento em outros dois, um voltado para atender interessados na área de Educação e o outro para a demanda dos técnicos envolvidos em Planetários. Não é possível precisar quando o relato foi escrito, todavia a leitura indica que sua elaboração ocorreu entre outubro de 2003 e julho de 2004. Não ocorreram edições gráficas ou textuais, nem mesmo correções ortográficas possíveis, na versão original recebida por e-mail em 01/10/2012.

As reuniões que ocorreram anteriormente foram organizadas pela ABP e pela SBEA com participação de alguns representantes da CESAB e/ou da SAB (em Campinas, Porto Alegre, Belém, Rio de Janeiro e Belo Horizonte), e tinham por objetivo reunir em um mesmo evento os profissionais envolvidos com o ensino da Astronomia e principalmente os profissionais que atuam em planetários. O último encontro desses profissionais foi em Fortaleza, em 2002, ocasião em que se decidiu separar os eventos.

Em 1999, no Rio de Janeiro, houve um pequeno movimento favorável à separação desses encontros, devido a pouca atração que eles surtiam nos profissionais não vinculados a planetários, pois o evento da ABP estava se fortalecendo com a crescente participação e contribuições técnicas dos planetaristas e, por outro lado, ocorria o esvaziamento de outros profissionais acadêmicos do ensino de Astronomia (principalmente da SAB), pois não havia anais ou boletins com resumos e/ou trabalhos completos. O nível de qualidade dos trabalhos de ensino de Astronomia era decadente, as palestras eram discursos floreados de professores sabidamente sem ações concretas no ensino, enquanto os planetaristas todos os anos apresentavam (e continuam apresentando) relatórios de diretoria, com números de sessões, público, número de alunos nos cursos e outras futilidades.

Os eventos se mantiveram unidos pelos dois anos seguintes, porém enfraquecidos pelas discórdias e rivalidades entre grupos opositores iniciados no Rio de Janeiro, que refletiu em ausências de colegas de alguns planetários. Finalmente a separação ocorreu em 2002, em Fortaleza, em um evento fraco em todos os níveis, sem nenhuma manifestação contrária, quando contamos com apenas 4 apresentações de trabalhos de ensino de Astronomia, sendo que apenas duas trouxeram temas adequados ao evento. Os eventos estavam se tornando caros, pois os organizadores esperavam a participação de cerca de 100 pessoas, no entanto, não compareciam mais de 30 pessoas e o público geral sumiu.

Os eventos que contaram com maiores participações aconteceram em Belém e no Rio de Janeiro, pois o público compareceu para assistir palestras e cursos, além disso, há uma maior concentração de profissionais de Astronomia no Rio de Janeiro, do que nas outras cidades onde ocorreram os outros encontros. Por esta razão é que queremos fazer um encontro com bastante visibilidade em São Paulo, e que seja um marco nesta nova fase separada da ABP.

Os encontros anteriores foram:

**I ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
I REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Campinas - SP / 25 a 28 de outubro de 1996

**II ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
II REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Porto Alegre - RS / 08 e 09 de novembro de 1997

**III ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
III REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Belém - PA / 08 a 11 de setembro de 1998

**IV ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
IV REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Rio de Janeiro - RJ / 01 a 04 de dezembro de 1999

**V ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
V REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Belo Horizonte / Ouro Preto - MG / 21 a 24 de novembro de 2000

**VI ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
VI REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Florianópolis - SC / 22 a 26 de outubro de 2001

**VII ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
VII REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS**
Fortaleza - CE / 30 de outubro a 2 de novembro 2002

O último da ABP, já separado do EBEA foi:

VIII REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PLANETÁRIOS
Santa Maria - RS / 23 a 26 de outubro 2003

O próximo EBEA que queremos fazer será em São Paulo, para que ele não desapareça, pois durante dois anos não houve manifestação de nenhuma entidade interessada em realizá-lo, somente a SBEA o quer. O período é provisório:

VIII ENCONTRO BRASILEIRO DE ENSINO DE ASTRONOMIA
São Paulo - SP / 5 a 11 de julho de 2004
“O ensino, a divulgação e a popularização da Astronomia em debate”

Pretendemos publicar anais dos resumos dos trabalhos em CD-ROM e realizar algum(ns) passeios técnicos em São Paulo, por entidades/locais que realizam ensino de Astronomia. Gostaríamos também de oferecer cursos e palestras ao público em geral.

APRENDENDO SOBRE O CÉU A PARTIR DO ENTORNO: UMA EXPERIÊNCIA DE TRABALHO AO LONGO DE UM ANO COM ALUNOS DE ENSINO FUNDAMENTAL¹

Marcos Daniel Longhini²

Hanny Angeles Gomide³

Resumo: Projeto de pesquisa desenvolvido com 95 alunos do 6º ano do Ensino Fundamental de uma escola pública estadual de Uberlândia, Minas Gerais. Foi um trabalho contínuo, de fevereiro a dezembro de 2013, o qual levou os alunos a participarem de atividades de observação do entorno, dentre ele, o céu, analisando as mudanças ocorridas. Focamos no estudo das variações de temperaturas, chuvas, duração do dia, variações do tamanho das sombras e mudanças nos aspectos da Lua. Nosso foco de análise centrou-se em discutir os conhecimentos que os referidos alunos tinham acerca dos temas indicados no início e ao término da implementação da proposta. Os resultados mostraram a percepção limitada que os estudantes possuem de seu entorno, todavia, ampliada em função das atividades desenvolvidas, principalmente no que se refere à Lua. O trabalho com medidas sistemáticas revela o cuidado no tratamento dos dados para que eles se tornem compreensíveis aos alunos, assim como o trabalho com as sombras sinaliza para que os alunos primeiramente compreendam como as sombras são formadas para depois trabalhar isso em Astronomia. Por fim, concluímos que o processo vivido constituiu-se em uma etapa inicial de um trabalho que deve ser estimulado para os anos subsequentes da formação desses alunos.

Palavras-chave: Observação; Céu; Ensino fundamental; Atividade de ensino.

APRENDIENDO SOBRE EL CIELO DESDE EL ENTORNO: UNA EXPERIENCIA TRABAJANDO DURANTE UN AÑO JUNTO A ESTUDIANTES DEL PRIMARIO

Resumen: Proyecto de investigación desarrollado con 95 alumnos del sexto año de primaria en una escuela pública de Uberlândia, Minas Gerais. Fue un trabajo continuo, de febrero a diciembre de 2013, que llevó a los estudiantes a participar en actividades de observación de su entorno, entre ellas, el cielo, analizando los cambios ocurridos. Nos centramos en el estudio de las variaciones en la temperatura, las precipitaciones, la duración del día, las variaciones en el tamaño de las sombras y los cambios en los aspectos de la Luna. Nuestro foco de análisis se centró en discutir el conocimiento que estos estudiantes tenían sobre los temas indicados al inicio y término de la propuesta. Los resultados mostraron una percepción limitada que los estudiantes tienen de su alrededor la cual, sin embargo, se expandió debido a las actividades llevadas a cabo, sobre todo en relación con la Luna. Trabajar con medidas sistemáticas revela el manejo cuidadoso de los datos para que sean comprensibles para los estudiantes, así como el trabajo con las sombras para que comprendan primero como se forman estas para después trabajarlas en Astronomía. Por último, llegamos a la conclusión de que el proceso desarrollado consistió en una etapa inicial de una obra que debe ser profundizado en los años posteriores de la formación de estos estudiantes.

Palabras clave: Observación; Cielo; Educación primaria; Actividad de enseñanza.

¹ Apoio: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG).

² Universidade Federal de Uberlândia – UFU. Email: <mdlonghini@faced.ufu.br>.

³ Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Educação da Universidade Federal de Uberlândia. Email:<hannygomide@yahoo.com.br>.

LEARNING ABOUT THE SKY FROM THE ENVIRONMENT: AN EXPERIENCE WORKING ALONG ONE YEAR WITH STUDENTS OF ELEMENTARY EDUCATION

Abstract: Research developed with 95 students of the 6th year of elementary education in a public school of Uberlândia, Minas Gerais. It was a continuous work from February to December 2013, which led the students to participate in activities of observation of the environment, specifically the sky, analyzing the changes occurred. We focused on the study of variations in temperature, rainfall, day length, variations in the size of the shadows and changes in the aspect of the Moon. Our focus of analysis targeted the discussion of the knowledge that these students had about the topics indicated and as they entered the stage during the implementation of the proposal. The results showed a limited perception that students have of their environment, however, lately expanded due to the undertaken activities, especially in relation to the Moon. Working with systematic measure procedures reveals the careful handling of data so that they become understandable to students, and working with the shadows points towards the students first understand how shadows are formed, and then apply this knowledge to Astronomy. Finally, we conclude that the lived process consisted of an initial step of a work that should be encouraged for the subsequent years of training of these students.

Keywords: Observation; Sky; Elementary education; Teaching activity.

1. Introdução

No decorrer da história da humanidade, o homem construiu uma relação com aquilo que via no céu e, apoiado nisso, previa as épocas de plantação, de colheita, os períodos de chuva e de seca. No entanto, acreditamos, conforme afirma Lorite (1998), que a sociedade foi se distanciando em seu relacionamento com a natureza e, por consequência, no seu “contato” com o céu. Poderíamos, assim como o autor, aventar diferentes hipóteses para tal fato, como o uso abusivo de imagens televisivas, em contraposição ao emprego dos próprios sentidos para buscar o conhecimento; a iluminação das cidades, que vêm ‘apagando’ o céu, e até mesmo o atual ritmo de vida acelerado, em função do qual não nos tem sobrado tempo para esse empreendimento.

A partir disso, entendemos que, apesar de o céu estar a todo tempo presente sobre o local onde habitamos, conhecemos, empiricamente, cada vez menos a respeito dele. Isso é, até certo ponto, contraditório, quando constatamos, conforme afirma Jafelice (2010), que metade do cenário de nossa vida cotidiana é, diuturnamente, constituído pelo céu.

No campo educacional, a abóboda celeste pode ser considerada um laboratório aberto, de acesso gratuito e livre, sendo a observação seu principal recurso. No entanto, cremos que esse expediente tem sido pouco ou quase nada explorado nas escolas.

Temos a impressão de que os olhares estão voltados para o céu somente no decorrer de algum acontecimento de destaque, como um eclipse, por exemplo. No entanto, conforme afirmam Teixeira (2000) e Barclay (2003), há um leque de fenômenos a serem observados no céu, para os quais não é necessário nenhum recurso especial. Eles são perceptíveis, seja à noite ou durante o dia, e acontecem no transcorrer de horas, dias, meses e anos.

Uma observação mais cuidadosa, a partir do horizonte local, por exemplo, poderia revelar, ao observador atento, que o Sol nasce sempre do mesmo lado do horizonte, mas em pontos que variam no decorrer do ano; de que sua trajetória no céu também se modifica, no transcorrer do mesmo período de tempo; que nem sempre ao meio dia de nossos relógios, o Sol está, verticalmente, sobre nossas cabeças; que a Lua

também está presente no céu diurno, e que faz uma trajetória similar à do Sol; que as estrelas não estão estáticas no decorrer da noite, mas sim, que se movimentam de leste para oeste; e que as constelações que vemos não são as mesmas no decorrer de um ano. Poderíamos elencar uma ampla quantidade de tópicos a serem explorados, para os quais a atenta observação orientada a partir do horizonte local daria conta de revelar.

Apesar de na Educação em Astronomia a maior parte dos trabalhos de pesquisa trazer experiências que privilegiam um sistema de referência externo à Terra para desenvolver os conceitos (NAVARRO, 2014), algumas iniciativas vêm sendo desenvolvidas para “aproximar o céu” dos alunos e privilegiar sistemas de referência apoiados naquilo que o observador de fato vê. Citamos, por exemplo, os trabalhos realizados pelo Prof. Dr. Néstor Camino, em Esquel, na Argentina (CAMINO, 2004). Além deles, temos atividades realizadas pela Prof^a Dra. Nicoletta Lanciano, na Itália, naquilo que ela intitula “Pedagogia do céu”, para a qual vem propondo atividades desenvolvidas por uma rede de participantes ao redor do globo (LANCIANO, 2002). Temos o exemplo, também, na Espanha, das propostas desenvolvidas pela Prof^a. Dra. Rosa Ros (ROS, 2009) que buscam valorizar o horizonte local. No Brasil, citamos o exemplo do Prof. Dr. Luiz Carlos Jafelice (JAFELICE, 2010), da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, que tem trabalhado a Astronomia numa abordagem intitulada “antropológica”, ou “cultural”, a qual valoriza a vivência do entorno por parte dos aprendizes.

É na direção dos trabalhos acima mencionados que este projeto foi criado, ou seja, no desenvolvimento de uma proposta com atividades voltadas para a Educação em Astronomia, a partir da observação do entorno dos alunos.

2. O cenário da pesquisa

Partindo dos pressupostos elencados até então, desenvolvemos, no decorrer de 2013, especificamente de fevereiro a dezembro, um conjunto de atividades em uma escola estadual do município de Uberlândia, estado de Minas Gerais, das quais participaram três turmas de estudantes do 6º ano do Ensino Fundamental, totalizando 95 alunos. Suas idades variavam, na ocasião da pesquisa, entre 10 e 17 anos, sendo a maioria com 11 anos, conforme perfil mostrado no Gráfico 1.

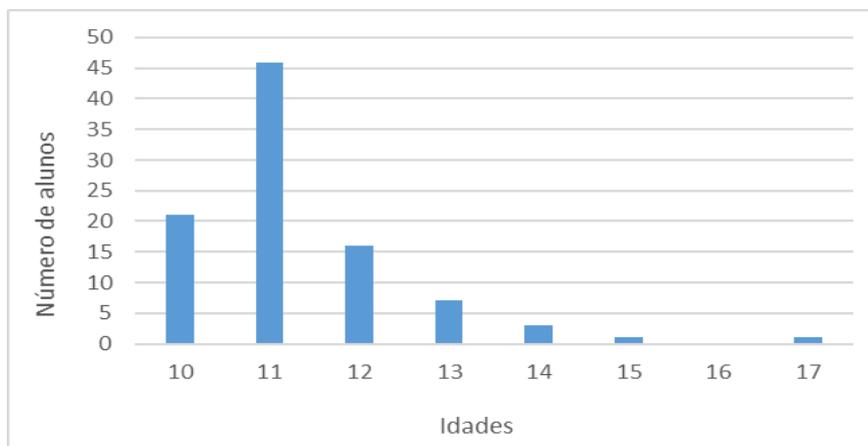


Gráfico 1 - Quantitativo dos alunos participantes, em função de sua faixa etária.

Quanto ao sexo, 50 eram meninos e 45 meninas. Foram realizadas duas séries de entrevistas⁴ individuais com esses estudantes, sendo uma no início do ano (entre os dias 26/02 e 12/03) e outra ao final (entre os dias 25/11 e 6/12). Elas ocorreram em um espaço reservado da escola e foram gravadas empregando uma filmadora.

As atividades desenvolvidas tiveram como fundamento a ideia de que o referencial privilegiado para aprender Astronomia é o próprio entorno da escola, incluindo o céu, considerado nosso laboratório por natureza. Em síntese, foram planejadas atividades implementadas no decorrer de um ano, ou seja, que acompanhavam as próprias mudanças que iam ocorrendo no céu e no entorno ao longo do tempo.

Elas tinham como ponto de partida um problema apresentado aos estudantes, para o qual, trabalhando em pequenos grupos, levantavam hipóteses sobre sua provável resposta e, em seguida, eram instruídos sobre como coletar os dados para encontrar sua provável solução.

Tais atividades ocorriam quinzenalmente, nas aulas de Ciências, e estiveram sob a coordenação dos autores deste artigo. As orientações iniciais, como a apresentação do problema e discussão em grupo, ocorriam num tempo de 50 minutos. Porém, se necessário fosse, seu desdobramento, como observação e coleta de dados, dava-se no pátio da escola, no decorrer de um dia, ou até mesmo cada estudante era orientado a observar a partir de sua própria residência, por exemplo.

O quadro abaixo sintetiza quais atividades ocorreram, mostrando para cada uma o problema inicial apresentado, seu principal objetivo e, de maneira sintética, a estratégia empregada para resolvê-lo:

Problema inicial	Objetivo principal	Estratégias
Como ocorre a distribuição de chuvas, no decorrer do ano, em nossa cidade? Como variam as temperaturas, no decorrer do ano, em nossa cidade?	Levá-los a perceber como variam as temperaturas e chuvas em função do tempo, especialmente, em relação às estações do ano.	Medir, por meio de um pluviômetro e um termômetro instalados na escola, os valores de temperatura e volume de chuvas. Registrar, diariamente, tais valores em uma planilha colocada na sala de aula.
Como se comporta a sombra de uma estaca no decorrer de um dia?	Levá-los a perceber que, no decorrer de um dia, o Sol descreve um movimento aparente no céu e projeta sombras de comprimentos e posições diferentes.	Marcar as sombras de uma estaca fixada verticalmente no pátio da escola, no decorrer de um dia. Anotar as medidas das sombras e seus respectivos horários.
Tem um horário do dia em que uma estaca vertical não projetará sombra?	Levá-los a perceber que nem sempre o Sol passa a pino diariamente.	Marcar as sombras de uma estaca fixada verticalmente no solo, no decorrer de um dia. Anotar as medidas das sombras e seus respectivos horários.

⁴ As entrevistas versavam questões astronômicas relacionadas com o cotidiano dos alunos, sendo que a inicial ocorreu antes do início das atividades em sala e a final, após o encerramento das mesmas.

Como se comporta a sombra de uma estaca no decorrer de um ano?	Levá-los a perceber que, no decorrer de um ano, o Sol não descreve sempre a mesma trajetória aparente no céu.	Marcar as sombras de uma estaca fixada verticalmente no solo, uma vez por mês, e comparar as medidas. Anotar as medidas das sombras, horários e mês do ano.
O Sol se põe sempre no mesmo horário?	Levá-los a perceber que a duração do período claro do dia muda no decorrer do ano.	Em casa, mensalmente, observar o pôr do Sol no horizonte disponível e anotar o horário e dia da observação.
Que horário podemos encontrar a Lua?	Levá-los a perceber que a Lua pode ser vista tanto durante o dia quanto à noite.	Observar o céu durante um mês, em diferentes horários do dia, em busca da Lua. Ao encontrá-la, registrar data e horário.
Quantas “caras” tem a Lua?	Levá-los a perceber que a Lua muda de fase, e que essa mudança ocorre dia após dia.	Anotar, diariamente, o aspecto que tem a Lua, no decorrer de um ciclo completo.

Quadro 1 - Síntese das atividades desenvolvidas no decorrer de 2013.

Nosso foco nesse texto é mostrar qual era a percepção que esses alunos possuíam a respeito do céu, relativo aos temas abordados nas atividades, no início do ano, e como tais conhecimentos se revelaram ao término do período. A partir de tais resultados, apresentaremos algumas impressões acerca das contribuições e dos limites que uma atividade sistemática e longitudinal pode oferecer na aprendizagem de Astronomia para alunos da faixa etária em questão.

3. Resultados e discussão

Para apresentarmos os resultados obtidos, elaboramos as seguintes categorias de análise, a saber:

- *Percepção das estações do ano*: nessa categoria, buscamos identificar as percepções que eles possuíam a respeito das distintas estações do ano, focando especificamente nas variações de temperatura e regimes de chuvas no decorrer do tempo. Para tanto, analisamos suas respostas a respeito de qual mês, via de regra, é mais quente e mais frio, em Uberlândia. Além disso, investigamos, inicialmente, se eles conheciam algum procedimento para se chegar a tal informação. Também pesquisamos suas opiniões sobre qual a máxima e a mínima temperatura percebidas na escola durante o ano. Por fim, buscamos identificar o que eles sabiam sobre os meses com mais e com menos chuvas em Uberlândia e o procedimento para se chegar a tal informação.

- *Sombras*: nessa categoria, buscamos identificar as percepções que eles possuíam e puderem desenvolver no que se refere ao tamanho da sombra no decorrer de um dia e de um ano, e se haveria um provável horário em que o Sol estivesse a pino.

- *Duração do dia*: nessa categoria, buscamos identificar as percepções que eles possuíam sobre a variação na duração dos dias no decorrer do ano.

- *Lua*: nessa categoria, buscamos identificar suas ideias a respeito dos prováveis horários em que se pode encontrar a Lua visível, além dos formatos que ela pode apresentar.

Para cada uma delas, apresentamos os resultados em gráficos de barras, que revelam o perfil de suas respostas no início e ao final do ano.

A) Percepção das estações do ano

No decorrer do ano, as temperaturas na localidade onde foi feita a pesquisa possuem, aproximadamente, o padrão médio de distribuição, conforme o Gráfico 2, que revela os valores obtidos durante um período de 30 anos de registros.

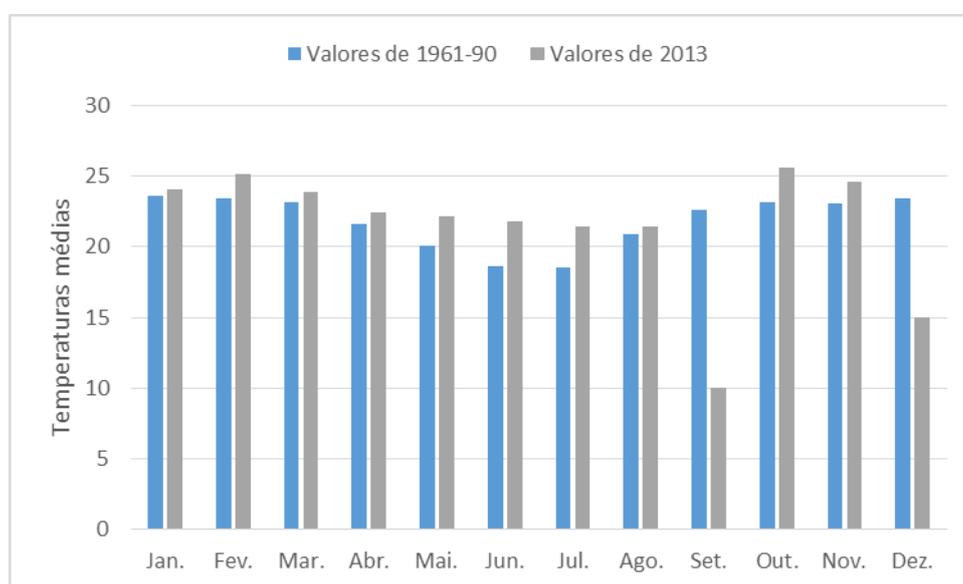


Gráfico 2 - Temperaturas médias no período de 1961-1990, para a cidade de Uberaba/MG, distante 100 Km do local onde foi feito o trabalho.

Fonte: Banco de dados climáticos da EMBRAPA (2003).

Percebemos que, apesar de os valores médios de 2013 mostrarem-se mais altos do que nas décadas anteriores, verificamos um padrão que revela que os meses do meio do ano tendem a registrar temperaturas médias mais baixas, o que coincide com o inverno, e valores mais altos no final do ano, período do verão.

Segundo dados obtidos no sítio do Instituto Nacional de Meteorologia⁵, em Uberlândia, em 2013, a maior temperatura registrada foi em 22 de setembro, atingindo 34°C. O menor valor registrado ocorreu em 26 de julho, atingindo 8°C.

Ao questionarmos os alunos sobre o provável mês mais quente em sua cidade, as respostas que deram ao início e ao término da pesquisa são as reveladas no Gráfico 3:

⁵ INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Disponível em: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=rede_estacoes_auto_graf>. Acesso em jan. 2014.

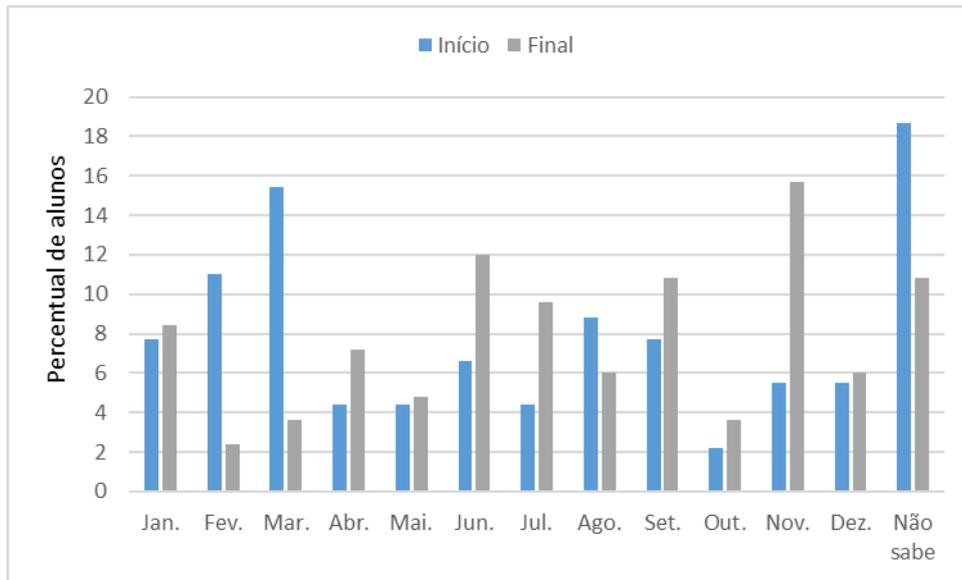


Gráfico 3 - Mês mais quente no decorrer do ano em Uberlândia, segundo os participantes.

Verificamos pela diversidade de respostas, que os alunos não possuem um olhar atento para esse fato. As respostas indicam que grande parte deles respondeu que o mês mais quente era aquele no qual estávamos na ocasião da entrevista, ou seja, fevereiro e março, além de um expressivo número deles responder que desconhecia tal informação. Isso nos causou surpresa, inicialmente, pois imaginávamos que os alunos perceberiam tais elementos, uma vez que esse aspecto faz parte de sua vida cotidiana, tendo em vista, por exemplo, que necessitam se agasalhar ou não, dependendo do período do ano em questão.

Por outro lado, após terem participado da experiência de registrar tais dados no decorrer do ano, novamente, para nossa surpresa, o mesmo ocorreu na entrevista final, uma vez que associaram o mês mais quente àquele em que estávamos na ocasião da entrevista, ou seja, novembro. Isso nos indica que, apesar de registrarem periodicamente os valores de temperatura, eles não construíram uma visão geral sobre sua distribuição ao longo do tempo. Sobre esse aspecto, acreditamos que tenha sido uma falha do próprio desenvolvimento das atividades, uma vez que deixamos para o final do ano o momento de fazermos a análise geral dos dados obtidos, e que talvez tenha sido insuficiente para que eles elaborassem uma visão do processo.

Um indício de que essa hipótese esteja correta, é que verificamos que, ao serem questionados ao final do ano sobre o mês mais quente, eles sentiam necessidade de retornar ao quadro em que fizeram as anotações para buscar a resposta, algo não disponível no momento, o que nos mostrou que eles não criaram uma ideia ampliada ou algum tipo de padrão sobre como se comportam as temperaturas no decorrer do ano.

No que se refere ao mês, provavelmente, mais frio, as respostas se revelaram conforme o Gráfico 4:

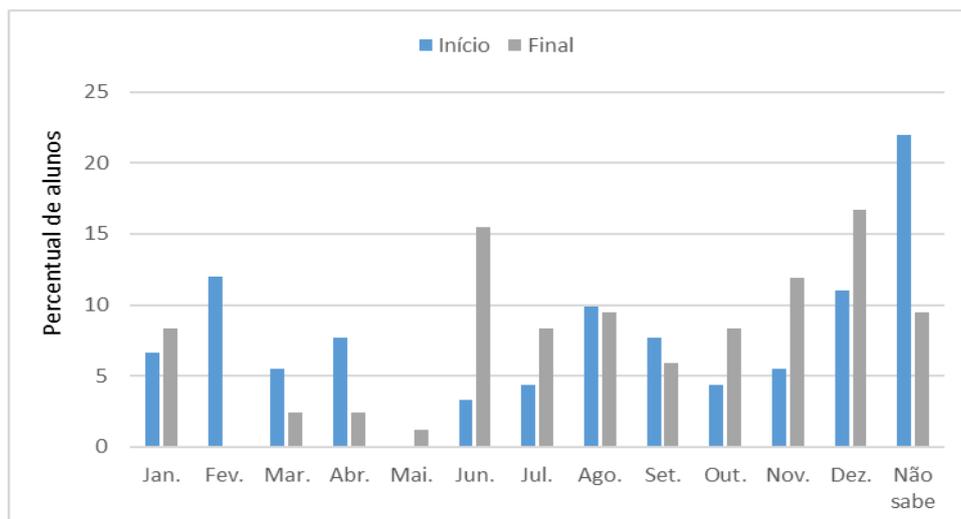


Gráfico 4 - Mês mais frio no decorrer do ano em Uberlândia, segundo os participantes.

Da mesma forma como ocorreu com os meses mais quentes, houve uma variedade de respostas na entrevista inicial, o que revela uma percepção incipiente sobre o fato, ou mesmo, nenhuma resposta para o questionado. Por outro lado, ao final do projeto, 15% dos alunos escolheram o mês de junho como o mais frio, revelando certa tendência. Todavia, na entrevista final, novamente a maior concentração de respostas se referiu ao mês em que estávamos, ou seja, na ausência de uma visão geral ou de recordarem os dados registrados, tenderam a escolher os meses que estavam mais próximos. Alguns desses justificaram que o final do ano é um período em que mais chove e, portanto, mais frio; uma associação frequente que percebemos ocorrer.

Também questionamos os alunos sobre possíveis procedimentos para se encontrar informações, e que permitissem verificar qual mês geralmente é mais quente em sua cidade, e vice-versa. Os resultados obtidos são mostrados no Gráfico 5:

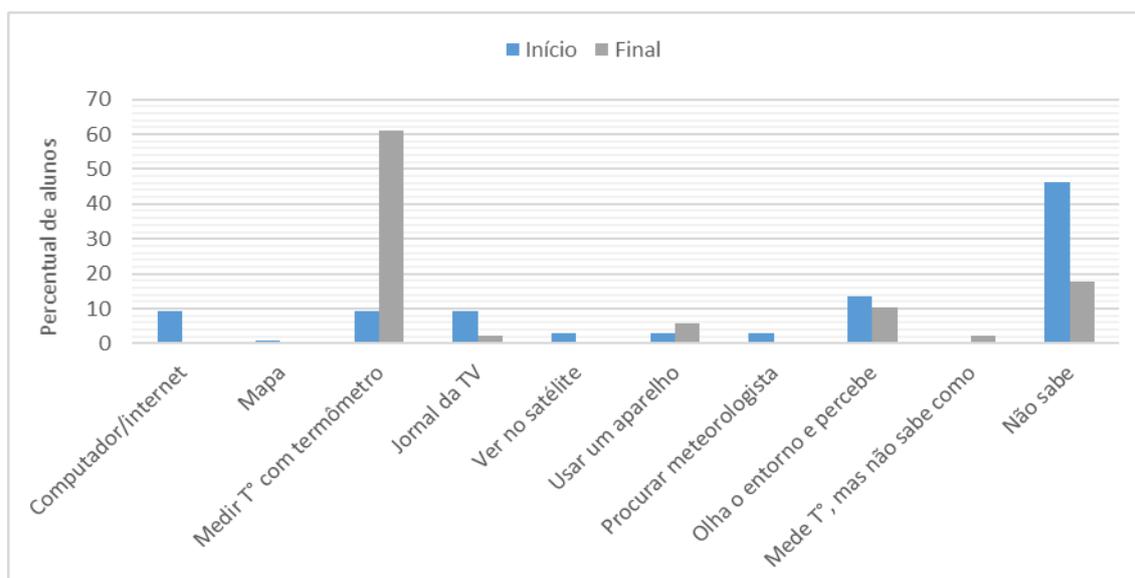


Gráfico 5 - Possíveis procedimentos sugeridos pelos alunos para descobrir o mês mais ou menos quente em sua cidade.

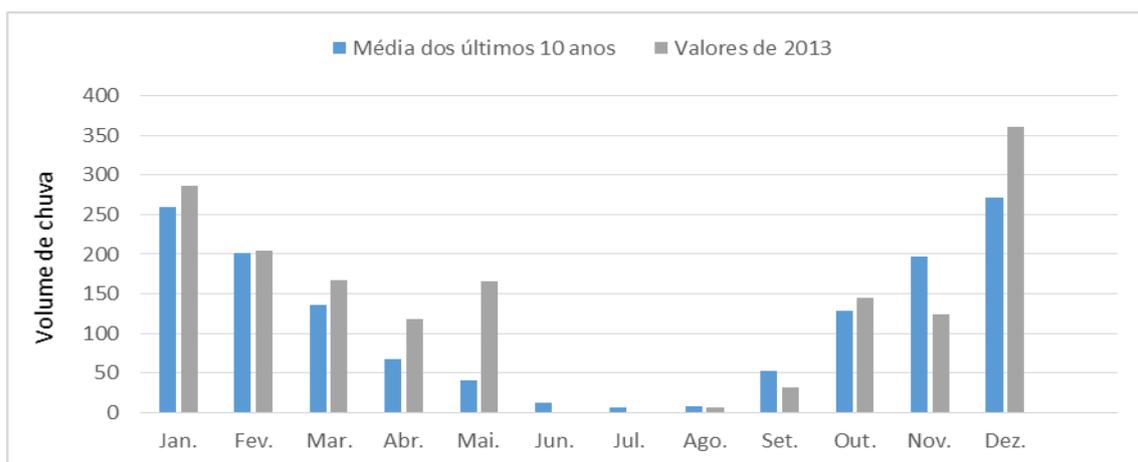
Inicialmente, a maioria desconhecia um procedimento para se obter tais informações, recorrendo a expedientes mais próximos ao seu cotidiano, como o uso da TV e internet, ou então se baseando em procedimentos com pouca sistematização, como somente olhar o próprio entorno.

Ao final do trabalho, a maior parte dos estudantes conseguiu atribuir ao termômetro o recurso que possibilita obter tais informações, inclusive explicando como fazer o registro. Acreditamos que esse resultado recebe influência direta da dinâmica por eles vivida no decorrer do ano, uma vez que deviam fazer as medidas regularmente. Nesse sentido, apesar de ainda carecerem do olhar panorâmico dos dados, a experiência vivida mostrou tê-los conduzido a reconhecerem um processo de obtenção e sistematização de dados, algo que deve ser valorizado nas atividades no campo das ciências.

Apesar disso, ainda havia estudantes que desconheciam como obter tal informação, o que nos leva a acreditar que nem todos fizeram as medidas, possivelmente, pela forma como desenvolveram o trabalho em grupo, ou seja, nem todos da equipe iam até o local onde estava o aparelho para registrar a informação.

Outro cuidado que esse tipo de atividade nos aponta vem do fato de que havia alunos que, apesar de terem participado das medições de temperatura, não relacionava tais dados com fatos de seu entorno, por exemplo, associando as baixas temperaturas com os dias em que mais colegas vinham para a escola usando agasalho. Nesse sentido, entendemos que o procedimento para tais alunos era meramente mecânico, destituído de sentido. Tal constatação, apesar de não ter ocorrido com a maior parte dos participantes, nos faz pensar de que forma a atividade pode ser planejada para que faça sentido a todos os participantes.

Da mesma maneira que procedemos a respeito das temperaturas, trabalhamos com o regime de chuvas na cidade, que ajudam a demarcar as estações do ano. A distribuição das chuvas em Uberlândia ocorre, aproximadamente, segundo o padrão mostrado no Gráfico 6 da precipitação pluviométrica em mm:



**Gráfico 6 - Volumes de chuvas (precipitação em mm)
nos últimos 10 anos e em 2013, em Uberlândia.**

Essa distribuição tem se mostrado regular, conforme revela o Gráfico 7, onde consta como foi seu comportamento de 1961 a 1990.

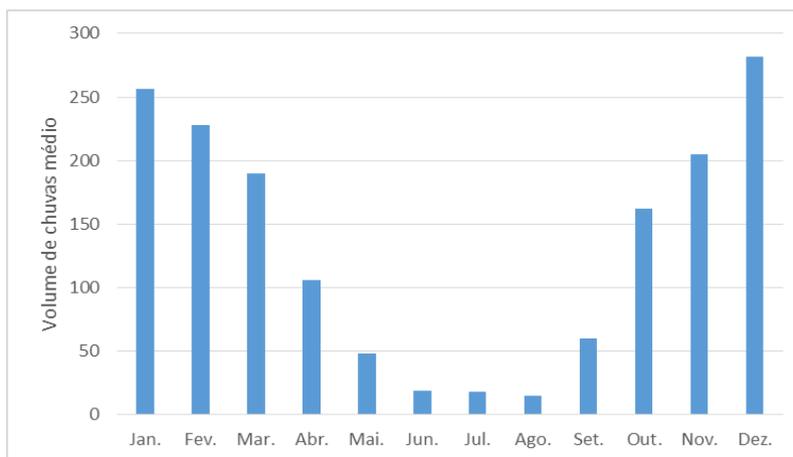


Gráfico 7 - Média de volume de chuvas (precipitação em mm) no período de 1961-1990, para a cidade de Uberaba/MG, distante 100 Km do local onde foi feito o trabalho.

Fonte: Banco de dados climáticos da EMBRAPA (2003).

Podemos verificar que os meses de outono e inverno são marcados, via de regra, pela baixa quantidade de chuvas, ao passo que elas retornam na primavera e chegam aos maiores valores no verão. Quando perguntamos aos alunos a respeito do mês que, via de regra, mais chove em sua cidade, as respostas se apresentaram conforme o Gráfico 8:

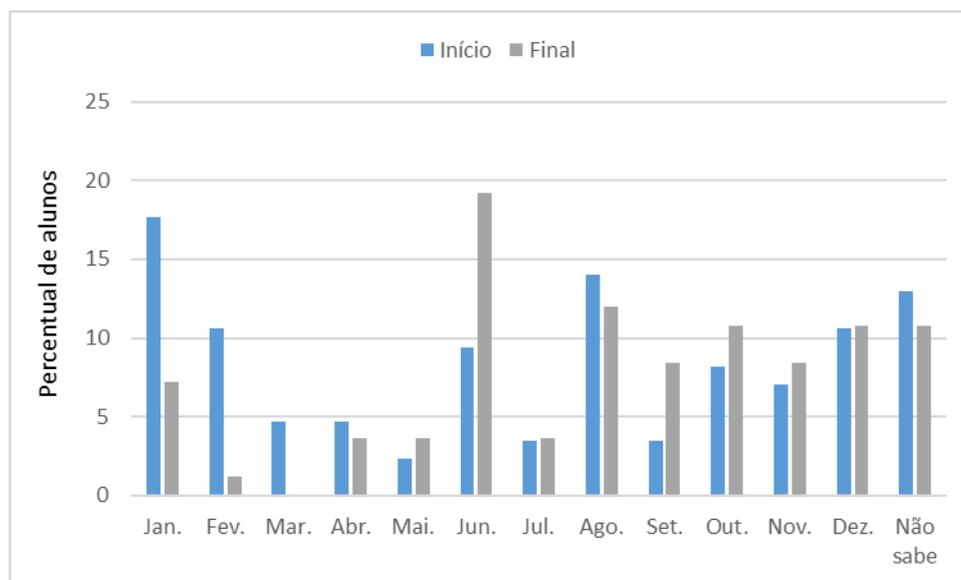


Gráfico 8 - Provável mês que mais chove na cidade de Uberlândia, segundo os alunos.

Percebemos que, tanto nas respostas iniciais quanto naquelas dadas ao final do projeto, há uma diversidade de ideias a respeito do mês que mais chove na cidade. Percebíamos pelas expressões dos alunos, principalmente nas entrevistas iniciais, que se tratava de meros palpites, sem nenhum tipo de percepção do fato.

Imaginávamos que a percepção desse elemento fosse mais difícil para os alunos, apesar de ser um aspecto que também está presente em suas vidas. Isso deve se refletir, por exemplo, no meio de transporte até a escola, uma vez que com chuva, necessitam, ao menos, de usarem um guarda-chuva. A mídia também comenta

periodicamente tal fato, o que tem relação direta com os alimentos. Entretanto, o olhar atento para esses aspectos parece não ocorrer com a maior parte dos alunos participantes, algo que não sabemos se ocorre em função da faixa etária em questão, ou trata-se, de fato, de uma perda do olhar e percepção do entorno.

Na entrevista final, percebemos que o esforço maior de alguns estudantes, ao buscarem a resposta, é por lembrar dados específicos da tabela preenchida em sala, do que sugerir um mês com base numa compreensão de como se distribuem periodicamente as chuvas no decorrer dos meses ou estações do ano. Assim, frequentemente, ocorriam respostas em que o mais chuvoso sucedia ou antecedia o menos chuvoso, sem ainda terem elaborado uma ideia de ciclo que se distribui ao longo de um período do tempo, mesmo após discussões sobre os resultados obtidos, que, novamente, ocorreram em um único momento, no final do ano.

Vale ainda, destacar, a associação que, geralmente, apresentam sobre o frio e a chuva. Na ausência de uma visão mais ampla sobre a distribuição pluviométrica, alguns responderam que o mês de junho é o mais chuvoso, uma vez essa também foi uma escolha com expressivo número de alunos para o mês mais frio do ano, segundo mostramos no Gráfico 4.

A respeito do mês que, geralmente, menos chove na cidade, as respostas se comportaram conforme o Gráfico 9:

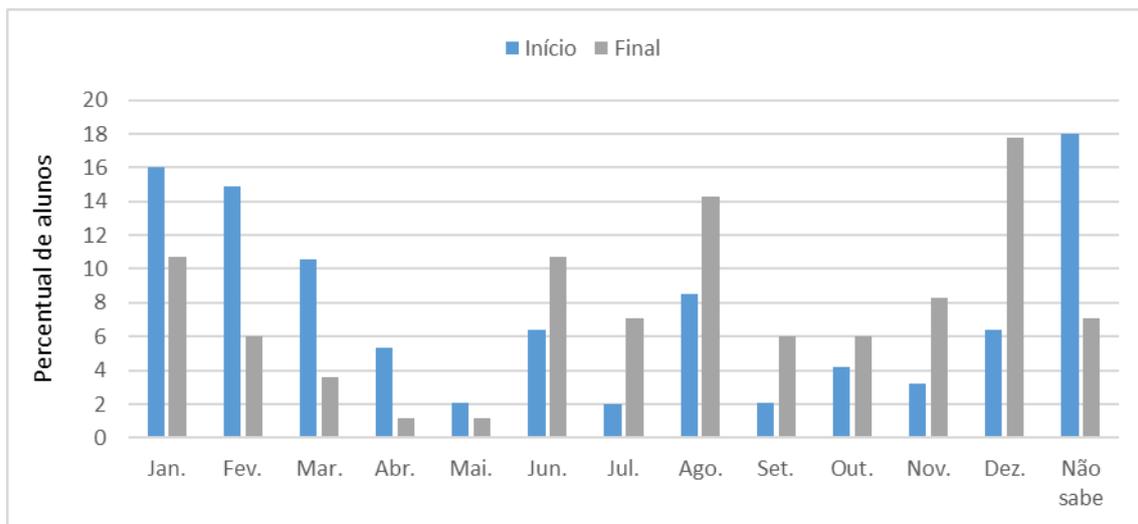


Gráfico 9 - Provável mês que menos chove na cidade de Uberlândia, segundo os alunos.

Da mesma forma como ocorreu com as ideias a respeito do mês mais chuvoso, o mais seco recebeu opiniões variadas pelos alunos participantes. Entretanto, vale destacar os meses de junho, julho e agosto, que ao final do projeto receberam mais indicações de meses mais secos do ano, como de fato foi obtido pelas medidas do pluviômetro e em conformidade com os dados do Instituto Nacional de Meteorologia. Também se destaca a diminuição dos alunos que, anteriormente, disseram não saber a resposta.

Todavia, vale ressaltar o expressivo número de estudantes que indicaram ser o mês de dezembro o menos chuvoso. Nessa situação, na ocasião da entrevista final, ainda não tínhamos os dados completos daquele mês, o que pode ter prejudicado o resultado.

Também buscamos conhecer que tipo de procedimento os alunos empregariam, caso necessitassem descobrir tais informações. Suas respostas estão organizadas no Gráfico 10:

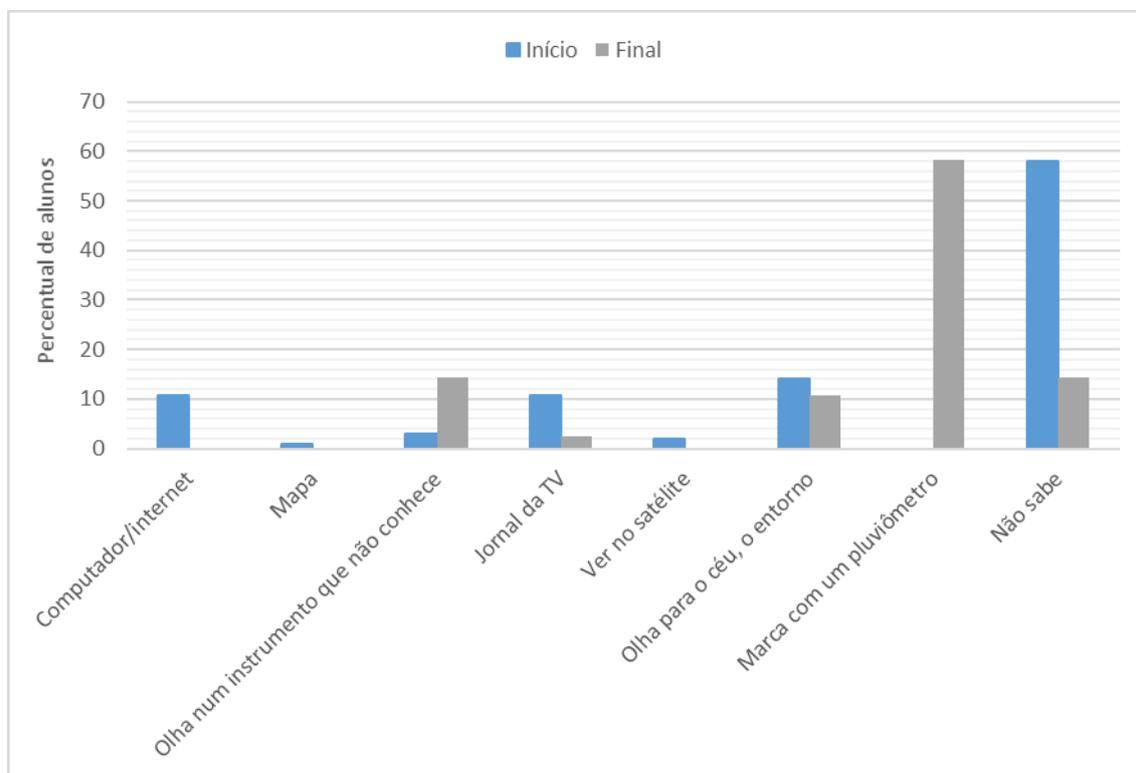


Gráfico 10 - Procedimento para saber qual época chove mais e qual chove menos, segundo os alunos.

Da mesma forma como ocorreu com a temperatura, no início do projeto a maior parte dos alunos desconhecia uma forma de obter tal informação, exceto empregando os mesmos tipos de recurso para a temperatura, como acompanhar a previsão do tempo pela TV ou se valer da internet e dos próprios sentidos. No caso da medição das chuvas, um percentual ainda maior de alunos (58%) respondeu que não sabia como obter essa informação, se comparado com as medições das temperaturas (46%), o que revela se tratar de um procedimento mais desconhecido do público participante.

Em contrapartida, na entrevista final, menos alunos (14%) disseram não saber como obter as medições das chuvas, se comparado com a das temperaturas (17%), o que revela ter se tratado de um procedimento fortemente compreendido por grande parte deles. Tanto na situação das temperaturas quando no caso das chuvas, após o desenvolvimento do projeto perderam força procedimentos com menor rigor metodológico, como empregar os próprios sentidos, por exemplo.

Por vezes, ao trabalharmos a respeito das estações do ano, um dos elementos levados em consideração é a mudança nas temperaturas no decorrer dos meses. Todavia, necessitamos conhecer que percepção os estudantes possuem dos próprios valores das temperaturas, uma vez que o número, isoladamente, pode ter pouco ou nenhum significado em termos da sensação térmica experimentada pela pessoa. Portanto, perguntamos qual o valor máximo de temperatura que seria possível registrar

na escola no dia supostamente mais quente do ano. Suas respostas se comportaram segundo o Gráfico 11:

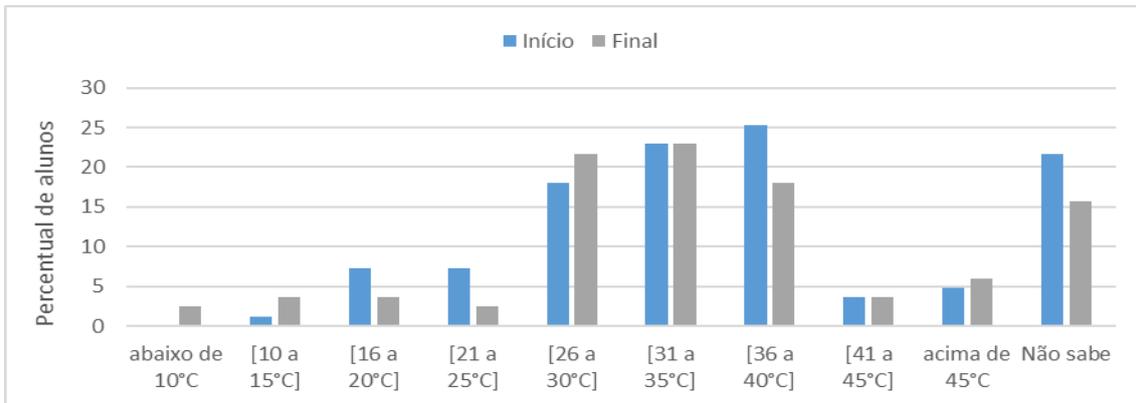


Gráfico 11 - Valores máximos de temperatura possíveis de serem registrados na escola, segundo os alunos.

Esse questionamento revelou que grande parte dos alunos possui uma noção aproximada da relação entre o valor da temperatura e a sensação que percebem em sua vida cotidiana, apesar de um percentual (22%) relativamente elevado deles não saber responder à questão no início do projeto. Vale destacar o valor emblemático de 40°C como o mais citado por aqueles que responderam ser a temperatura mais elevada a da faixa entre 36 e 40 graus (25%). Possivelmente, isso deve estar associado à previsão do tempo, na mídia, que divulga com ênfase localidades que atingem esse valor de temperatura em determinadas épocas do ano. Todavia, verificamos a diminuição nessas respostas, uma vez que esse valor não chegou a ser obtido em nenhuma das medições realizadas pelos alunos no decorrer do ano.

Da mesma forma, perguntamos acerca do menor valor possível de ser registrado na escola, no dia mais frio do ano. Suas respostas se distribuíram conforme o Gráfico 12:

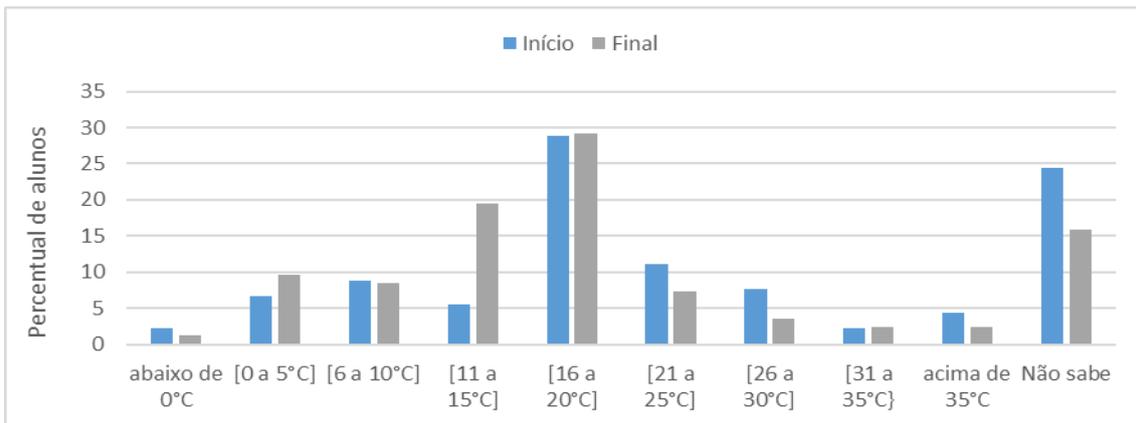


Gráfico 12 - Valores mínimos de temperatura possíveis de serem registradas na escola, segundo os alunos.

Da mesma maneira como ocorreu com os valores máximos de temperatura, aproximadamente um terço dos alunos envolvidos possui uma noção aproximada dos valores mínimos de temperatura, se considerar que eles responderam isso pensando naquilo que pode ser registrado na escola no momento da aula. Isso parece ter sido

reforçado ao final do projeto, com uma pequena diminuição daqueles que não souberam responder e um incremento daqueles que passaram a assumir valores entre 11 e 20 graus como os menores registrados. Possivelmente, tais resultados foram influenciados por aqueles percebidos no decorrer do ano, no termômetro instalado na escola.

B) Sombras

Entendemos que um elemento que pode ajudar a compreender o movimento aparente que o Sol realiza é a partir do estudo das sombras de uma haste, por exemplo, no decorrer de um determinado tempo, conforme trabalho também realizado com um gnômon, por Trogello, Neves e Silva (2013).

Entretanto, antes de questionarmos a respeito da posição das sombras, mostramos aos alunos uma haste posicionada verticalmente, no interior da sala onde fizemos as entrevistas, e perguntamos a eles como seria sua sombra, naquele exato momento, caso ela fosse colocada sob o Sol. Suas respostas estão organizadas no Gráfico 13:

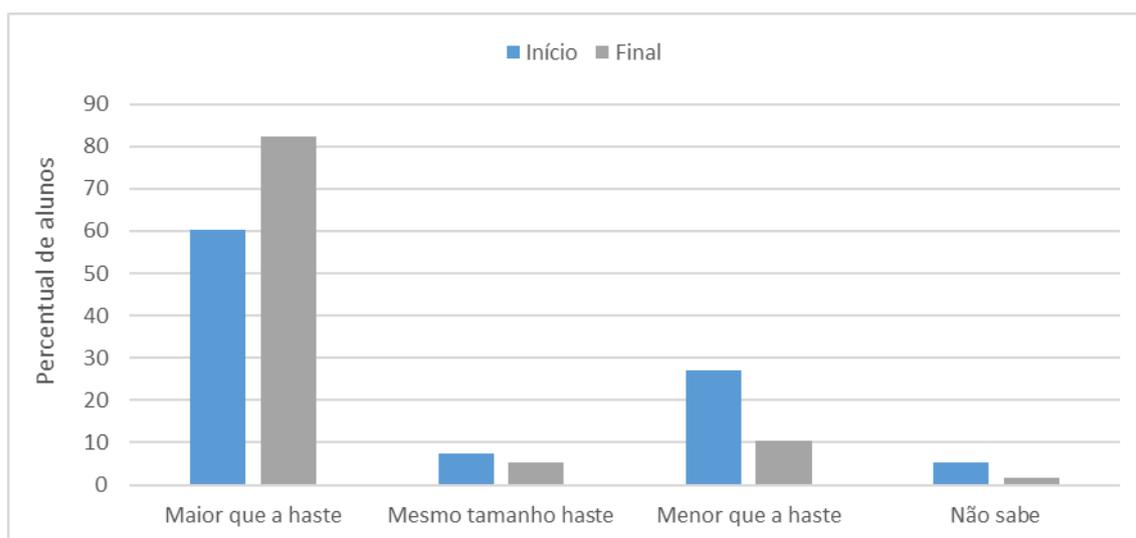


Gráfico 13 - Aspecto da sombra da haste no momento em que a questão fora feita.

Para responder à questão, quando feita no início do projeto, a maior parte dos alunos (60%) não necessitou olhar para fora da sala para indicar que a sombra da haste estaria maior do que ela própria, o que parece ser uma tendência que ainda ocorreu na entrevista final, ou seja, tendem a acreditar que a sombra estará sempre maior do que o objeto, independentemente de qualquer condição.

Todavia, no final do ano, verificamos que 16% deles afirmaram que não teriam como responder à questão, pois a sombra dependeria de onde estava o Sol no momento da questão, o que não foi questionado no início do projeto. Isso revela que os alunos, ainda que não num percentual elevado, passaram a perceber a relação entre a posição da fonte emissora da luz em relação à posição da sombra.

Na entrevista inicial, percebemos que aproximadamente um terço dos alunos apontava que a sombra da haste estava nela própria, ou seja, não compreendiam que a sombra estava projetada sobre o solo. Isso nos indica que a compreensão de como se comporta a sombra de um objeto no decorrer do dia passa, anteriormente, por um trabalho que deve ser feito sob o ponto de vista físico da formação das sombras, uma vez que, se eles não compreendem como as sombras são formadas, tampouco irão relacionar isso de forma adequada com o Sol.

Na entrevista final, esse percentual reduziu para 16% dos alunos, ou seja, esses mesmos ainda continuavam indicando a sombra “colada” no objeto. Essa forma de compreender a formação desse fenômeno físico pode estar associada à ideia de sombra como algo material, que emana do objeto, como citam Carvalho et al. (1998).

Após essa questão, perguntamos a eles como seria o comportamento da sombra se ficássemos olhando para ela no decorrer de todo um dia. Suas respostas estão organizadas no Gráfico 14:

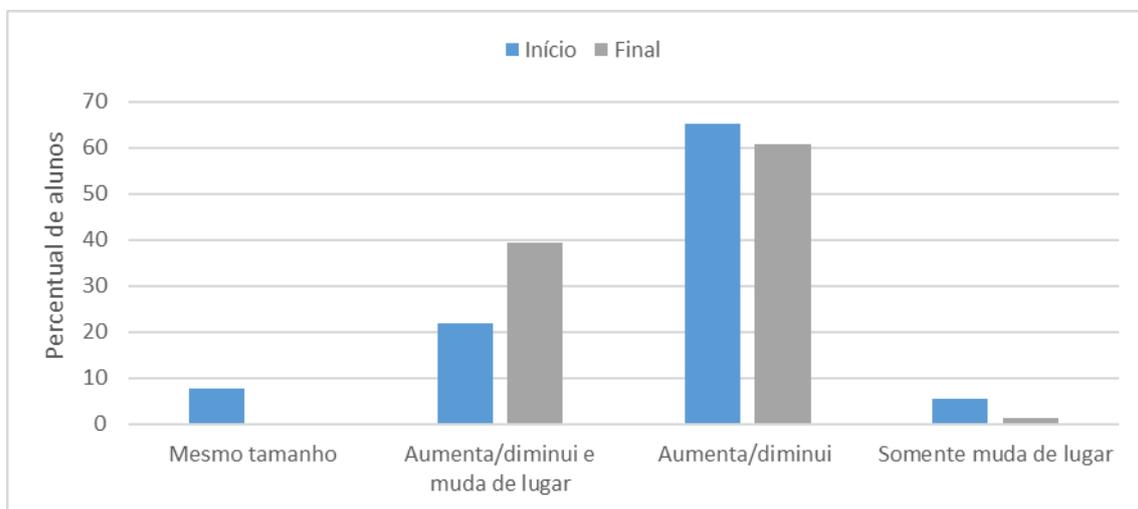


Gráfico 14 - Tamanho da sombra no decorrer de um dia, segundo os alunos.

Parece haver consenso entre a maior parte dos alunos de que algo muda nas sombras no decorrer de um dia. Para a maior parte deles, tanto na entrevista inicial (65%) quanto na final (61%), a sombra apenas aumenta e diminui de tamanho. Possivelmente, porque para verificar a mudança de lado, eles precisam analisá-la em dois períodos do dia, o que não foi feito na atividade, tendo em vista que eles a acompanhavam somente no período vespertino, que é quando estavam na escola.

Vale destacar que, quando eram questionados por que a sombra mudava, seja de tamanho ou de posição, inicialmente, 41% deles associou à variação na posição do Sol, contra 59% ao final do projeto. Isso nos mostra uma maior percepção da posição do Sol no decorrer do dia, o que pode revelar o potencial de atividades de observação e registro, como a realizada nessa pesquisa e também corroborada por dados obtidos por Machado (2013).

Por outro lado, no início do projeto, 35% afirmavam que a mudança nas sombras ocorria porque a luz do Sol, no decorrer do dia, mudava de intensidade, tornando-se ora mais forte, claro ou perto e ora mais fraco, escuro ou longe. Tais variações no próprio astro-rei provocam as mudanças nas sombras, segundo eles. Ao

final do projeto, ainda 32% continuaram respondendo dessa forma, o que mostra ser uma ideia fortemente arraigada.

A literatura é farta em apontar que os alunos, via de regra, não percebem variações na trajetória aparente do Sol no decorrer do ano (PLUMMER, 2009; PLUMMER, ZAHM e RICE, 2010; TROGELLO, NEVES e SILVA, 2013; MACHADO, 2013).

Logo, além da análise da sombra no decorrer de um dia, tomamos como premissa que, uma forma de os alunos perceberem que o Sol não executa sempre o mesmo caminho no céu, no decorrer do ano, seria analisando suas diferentes posições, no decorrer dos meses, no mesmo horário, a partir do estudo das sombras de um objeto. Logo, perguntamos aos estudantes como se comportaria a sombra da mesma haste, se fôssemos analisá-la no decorrer do ano. Suas respostas foram organizadas no Gráfico 15:

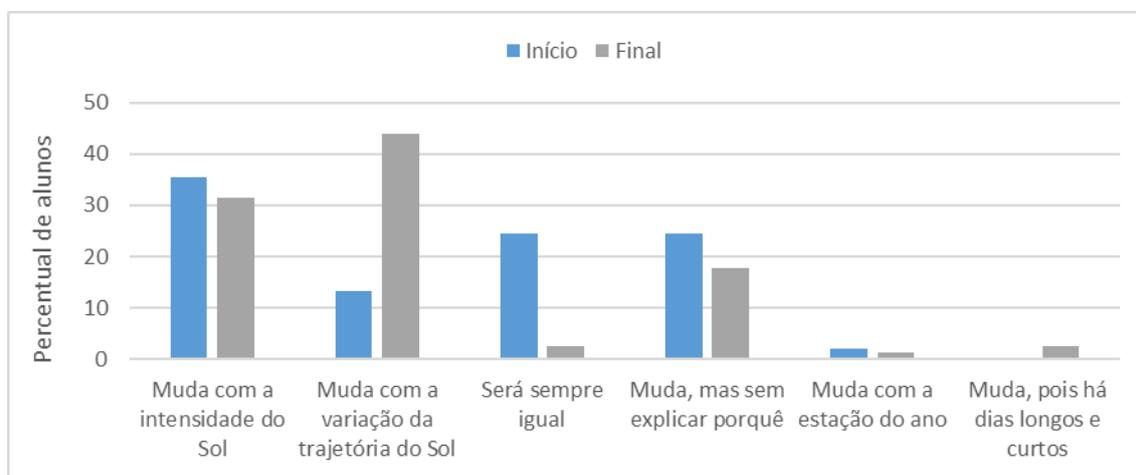


Gráfico 15 - Comportamento da sombra da haste no decorrer do ano, segundo os alunos.

Da mesma forma que a sombra varia no decorrer de um dia, a maior parte deles (76%) acredita que as sombras não são as mesmas no transcorrer de um ano. A justificativa mais presente é que, no decorrer de um longo período de tempo, obviamente, o céu não estará sempre da mesma forma, pois haverá dias mais quentes, mais frios, com chuva etc. Tais fatores fazem com que as sombras variem segundo 35% dos alunos, ao passo que 31% deles, ao final do ano, afirmaram que elas permanecem do mesmo modo. Para 13%, as variações se dão em função da variação da posição da Terra ou do Sol, número esse que cresce para 44% ao final do projeto.

Entretanto, apesar de citarem que o Sol muda de lugar ou a “Terra gira”, como costumam afirmar, não temos clareza de que forma compreendem que isso afeta a variação na posição das sombras, apesar de acreditarmos se tratar de um primeiro passo para começarem a pensar no tema. Entretanto, Plummer (2009) afirma que a instrução prévia a respeito do movimento da Terra não ajudou os alunos de sua pesquisa a fazer uma conexão entre a rotação da Terra e a percepção sobre o movimento aparente dos astros no céu.

Entendemos não se tratar de uma compreensão óbvia do fenômeno, pois além de necessitarem entender como a sombra varia em função da posição da fonte de luz, o que parece não ter sido evidente para todos, necessitam expandir essa percepção para

um longo período de tempo, como o de quase um ano, algo que também demonstram ainda não conseguir realizar plenamente, uma dificuldade também citada por Plummer, Wasko e Slagleb (2011). Portanto, na ausência de formas de compreender o fato, recorrem ao que lhes é mais imediato e que, de certa forma, responde às mudanças, que são as variações nas condições atmosféricas.

Por tratarmos das sombras de uma haste, perguntamos aos estudantes se haveria algum horário do dia em que ela não projetaria sombras. Suas respostas foram organizadas no Gráfico 16:

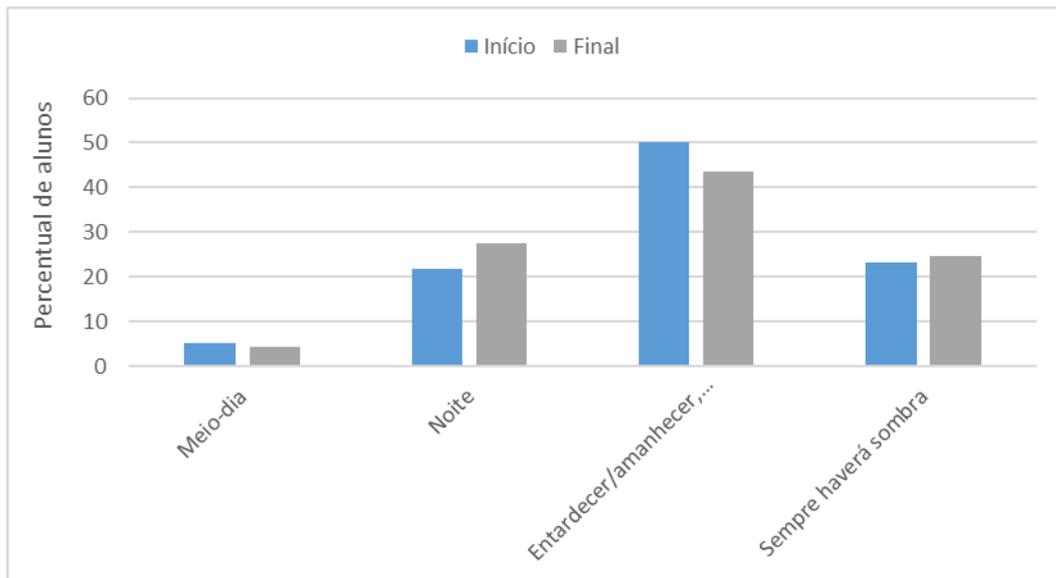


Gráfico 16 - Horário do dia que a haste não projetará sombra, segundo os alunos.

Apesar de a literatura indicar que os alunos associam o meio-dia como aquele momento em que o Sol estará a pino (PLUMMER, 2009; TROGELLO, NEVES e SILVA, 2013) e, portanto, os objetos não terão sombra nesse horário, não verificamos que essa ideia esteve fortemente presente entre os alunos participantes desta pesquisa.

Possivelmente, pelo fato de nem sempre compreenderem como as sombras se formam em função da posição da fonte de luz e do objeto iluminado, não associaram que quando o Sol estiver na posição mais alta no céu, o objeto pode ter a sombra embaixo de si próprio. Possivelmente, isso pode ocorrer em idades mais avançadas, o que não aconteceu com nossos participantes. Sendo assim, para os estudantes envolvidos, é mais evidente que não haverá sombras no final da tarde ou início da manhã, respondido para 50% deles no início do ano e para 43% ao final. Vale ressaltar que dentre esses alunos, a resposta mais presente é que nesses horários o Sol estará mais “fraco” e, por isso, as sombras ainda não existirão, o que reforça a ideia, novamente, de que nem sempre percebem como as sombras são formadas.

C) Duração do dia

Confiávamos que uma das formas de perceber mudanças no entorno é verificando que os dias não possuem a mesma duração em termos de período de luminosidade, sendo mais curtos no inverno e mais longos no verão. Logo, perguntamos aos alunos em que horário o Sol iria se pôr ao final do dia. Usamos como datas de

referência as que foram realizadas as entrevistas. As respostas à questão estão organizadas no Gráfico 17:

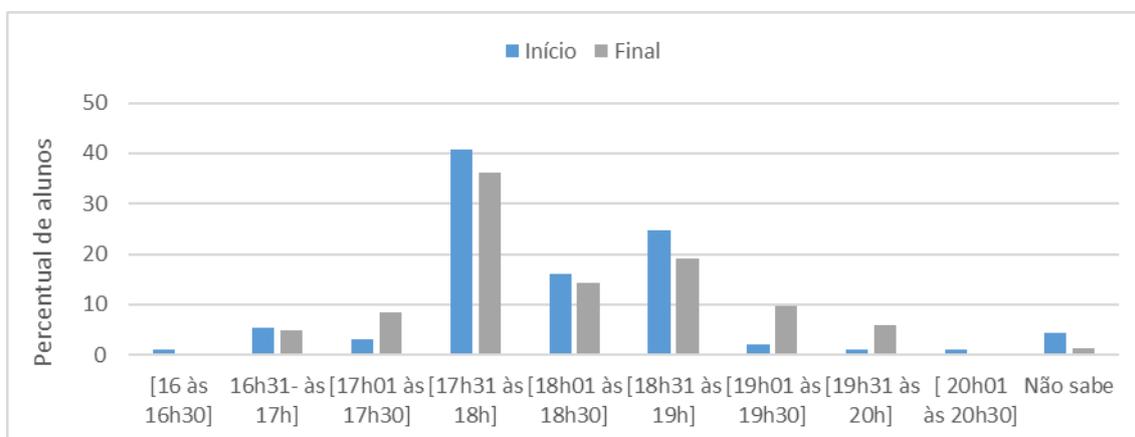


Gráfico 17 - Provável horário do pôr do Sol, na data da entrevista, segundo os alunos.

Tanto no início quando no final do ano, a maior parte dos alunos – 41% e 36%, respectivamente, afirmou que o Sol se põe entre 17h30 e 18h, com a prevalência das 18h como o mais provável. Apesar de indicarem tal horário como padrão, percebemos que há diversos estudantes que não compreendem o que é o pôr do Sol, uma vez que responderam que, se o céu estiver nublado, o Sol não irá se pôr. É como se os fenômenos astronômicos ocorressem na atmosfera ou abaixo dela.

Também questionamos os alunos se o horário em que Sol se põe em junho é o mesmo do que o da data da entrevista. Para ambas as sondagens, a resposta correta é que em junho o Sol se porá mais cedo. Suas respostas estão organizadas no Gráfico 18:

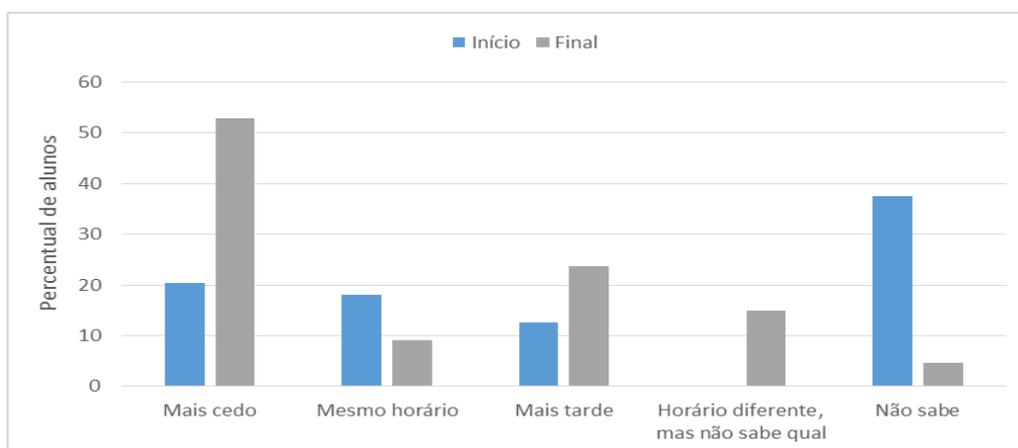


Gráfico 18 - Horário do pôr do Sol no mês de junho, em Uberlândia, segundo os alunos.

Percebemos que as respostas dos alunos, principalmente, na entrevista inicial, tratavam-se de meros palpites, como muitos afirmaram, uma vez que disseram nunca ter percebido isso. Logo, a maior parte das respostas indicou não saber (37%), seguidas de opiniões diversas. Vale destacar que, quando justificavam horários diferentes, isso se dava em função de prováveis mudanças como o fato de o dia estar nublado, chovendo, frio ou calor, e isso faria com o que o Sol mudasse o horário do poente.

Na entrevista final, verificamos que as respostas majoritárias se concentraram no fato de o Sol se pôr mais cedo em junho (53%), o que poderia se revelar um dado animador. Entretanto, apenas 6% deles justificaram que o Sol pode mudar sua trajetória, resultado compatível com outros estudos, que mostram que os estudantes não percebem variações na trajetória aparente do Sol em função das diferentes estações do ano (PLUMMER, 2009 e MACHADO, 2013).

Entretanto, em nosso estudo, 30% apontaram as causas da mudança no período claro do dia relacionadas ao horário de verão. À época das entrevistas finais, de fato, o Sol estava se pondo mais tarde, em função de estarmos no novo horário. Verificamos tratar-se de um tema que merece estudos e criação de estratégias didáticas para trabalhá-lo com os alunos, pois pelas suas repostas, entendemos que eles assumem que a mudança de horário é que muda o Sol, e não que isso é algo feito arbitrariamente, em função de dispormos, previamente, de mais horas claras no decorrer de um período de 24 horas.

D) Lua

Nas atividades de Astronomia com o citado grupo de alunos, trabalhamos também com a Lua, uma vez que se trata de um astro presente cotidianamente em nosso entorno. O primeiro aspecto que investigamos é em quais horários os alunos acreditam que é possível encontrá-la. Organizamos suas respostas no Gráfico 19:

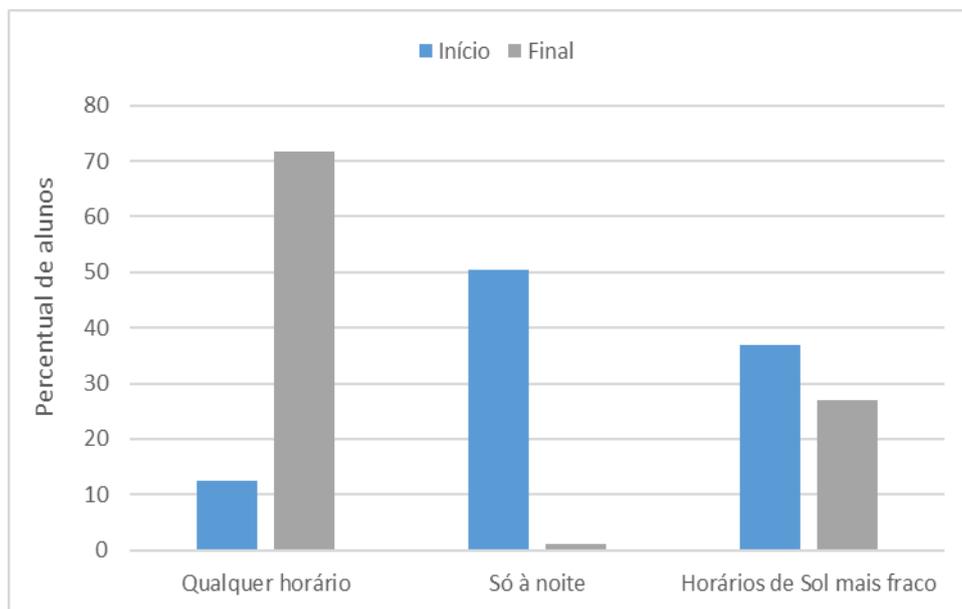


Gráfico 19 - Horários em que se vê a Lua, segundo os alunos.

Na entrevista inicial, fica evidente a concepção de que a Lua só é vista à noite, resposta esta dada por 50% dos alunos, contrariamente aos dados de Plummer (2009), que revelam que os alunos afirmam que a Lua também pode ser vista durante o dia. É também evidente a ideia de que nosso satélite natural só pode ser visto no início da manhã ou final da tarde, como também aponta Sharp (1996), pois mesmo sendo dia, o Sol ainda está muito fraco e a Lua pode ser vista (37%).

Após o desenvolvimento da atividade, esses tipos de resposta são suplantados pela ideia de que nosso satélite natural pode ser visto em qualquer horário (72%), apesar de ainda 27% acreditar que isso não ocorrerá nos horários de Sol mais quente. Entretanto, podemos afirmar que nessa atividade foi a que obtivemos o melhor resultado, quando comparamos os dados do início e do final do ano. Percebemos haver um forte apelo para a observação da Lua, que quando vista, mostra-se como um objeto inconteste.

Além da questão anterior, analisamos que possíveis formatos da Lua eles percebiam e passaram a conhecer. Os dados estão presentes no Gráfico 20:

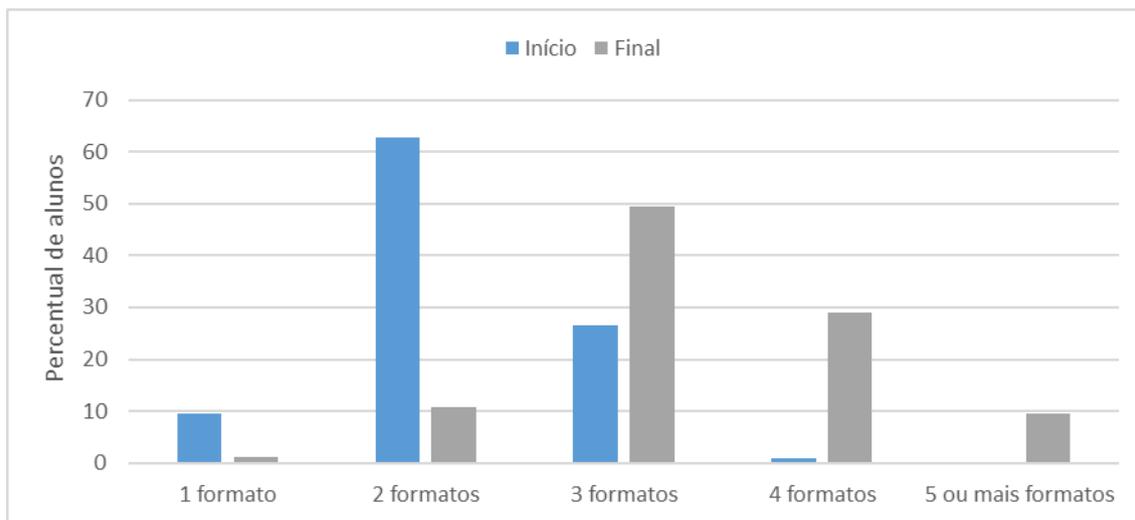


Gráfico 20 - Possíveis formatos da Lua, segundo os alunos.

Conforme aponta a literatura (SHARP, 1996), a maior parte dos alunos (63%) reconhece, pelo menos, dois formatos para a Lua, citados como “banana” e “redondo”, por exemplo. Ao final da atividade, passaram a revelar uma gama maior de formatos possíveis, inclusive, com cinco ou mais deles, percebendo variações intermediárias entre a Lua totalmente iluminada, a meia-Lua e verificando que ela pode estar com a concavidade voltada para lados diferentes.

4. Conclusões

Neste artigo, nosso foco foi mostrar quais percepções um grupo de alunos possuía a respeito do céu, no que diz respeito aos temas abordados nas atividades, no início e ao final do ano (término de um projeto de observação e registro contínuo de dados). A partir disso, buscaremos apontar implicações para a Educação em Astronomia.

Os dados nos confirmaram que os alunos, de fato, desenvolvem, em sua vida cotidiana, uma percepção limitada sobre aspectos que estão em seu entorno. Nessa linha de raciocínio, nos causou certa estranheza o fato de não reconhecerem, ao menos, os meses mais ou menos quentes na localidade onde vivem. Entendemos que isso possui um impacto direto na Educação em Astronomia, uma vez que podemos tentar, por exemplo, trabalhar com modelos teóricos sobre estações do ano com nossos alunos, os

quais necessitam, antes, perceberem e reconhecerem informações básicas que têm relação direta com o fenômeno.

Logo, questionamos que sentido poderia ter a um estudante ler sobre primavera, verão, outono ou inverno, se eles não reconhecem, em seu entorno, qual o mês geralmente é mais frio ou quente de cada ano? Obviamente, não queremos com isso defender que o conhecimento científico não deva ser sistematizado pela escola, mas que nós, como professores, possamos parar e escutar nossos alunos, e compreender que há outros aspectos mais elementares, que sem a compreensão deles, o que ensinamos para nossos aprendizes pode não ter nenhum significado para eles.

No trabalho com as sombras, seja no decorrer de um dia e de um período de tempo maior, verificamos que é necessário que os alunos, primeiramente, elaborem ideias mais sólidas de como elas são formadas de um ponto de vista físico. Possivelmente, essa é uma recomendação dada em função da faixa etária média dos estudantes com os quais trabalhamos.

Isso poderia implicar brincadeiras com fontes de luz manipuláveis, como por exemplo, trabalhar com lâmpadas de diferentes potências para que vissem que, mudando o brilho da fonte, a sombra somente varia de nitidez e não de tamanho. Na mesma linha de raciocínio, os aprendizes poderiam trabalhar com lanternas e hastes, de modo que pudessem variar suas posições como quisessem e perceber os resultados de suas ações.

Heywood, Parker e Rowlands (2013) e Plummer, Wasko e Slagle (2011) afirmam que frente a um conteúdo que requer habilidades espaciais para sua compreensão, é necessário que o professor adote diferentes perspectivas, dentre elas, o trabalho com modelos físicos, com experiências cinestésicas, envolvendo o próprio corpo dos alunos.

No trabalho com a percepção da duração dos dias, nos deparamos, novamente, com a pouca percepção dos estudantes a respeito de tal fato, quando respondem que, geralmente, às 18h horas o Sol se põe todos os dias. Aparentemente, esse poderia ser um aspecto perceptível aos estudantes, que estudam no período vespertino e que deixam a escola, diariamente, às 17h30, mas novamente parecem carecer de um olhar mais atento para o entorno. Nessa atividade, esbarramos na dificuldade de o aluno conseguir, no espaço urbano, um horizonte amplo para acompanhar o pôr do Sol, além do fato de ser algo que foi solicitado que fizessem sozinhos, sem acompanhamento docente.

Apesar de tais dificuldades, percebemos uma sutil ampliação no número de alunos que passam a perceber tais variações, e elas ganham destaque, principalmente, em função do horário do verão. Nesse caso, esse dado nos traz um duplo efeito: se por um lado os alunos passam a perceber que “os dias se tornam mais longos”, por outro, entendem que a mudança nos relógios implicou a mudança do Sol e não o contrário. Essa ideia se mostrou fortemente presente entre os estudantes e não encontramos, na literatura, pesquisas que se debruçam em trabalhar o tema “horário de verão” com os alunos. Entendemos ser esse um aspecto a ser mais bem explorado, se quisermos relacionar as estações do ano à percepção na variação dos dias.

Por fim, a atividade realizada por meio do acompanhamento sistemático da Lua mostrou resultado satisfatório, tendo em vista que passaram a encontrá-la também durante o dia, assim como em diversos formatos.

De maneira geral, as atividades de Astronomia com um grupo de alunos com faixa etária média de 11 anos, durante o período de um ano, mostrou que parte dos fenômenos desta área de estudo é explicada pelos alunos emprestando aspectos do cotidiano, ou entendida, segundo nomenclatura por nós dada, como uma “Astronomia da atmosfera”, ou empregando um neologismo, por uma “meteorologização” da Astronomia, ou seja, não conseguindo explicar os fenômenos astronômicos para além do próprio planeta, eles emprestam elementos mais próximos para interpretar os fatos, como as nuvens que tapam o Sol, o maior ou menor brilho do astro-rei influenciando na mudança das sombras, ou as chuvas e mudanças no tempo atmosférico afetando no comportamento das sombras no decorrer do ano, por exemplo.

Quanto à percepção do que ocorre com o céu, os dados confirmam a pouca ênfase que é dada a esse tipo de atividade ou a esse conteúdo na escolarização básica, tendo em vista que diversos fenômenos com os quais convivem cotidianamente não são por eles percebidos. Entendemos que se tratam de alunos com idade média de 11 anos, logo, em desenvolvimento, e que tais aspectos poderão, futuramente, ser por eles percebidos e, quiçá, compreendidos. Porém, isso não exime a escola de desenvolver trabalhos sistematizados que permitam que os aprendizes passem a desenvolver um olhar direcionado, no sentido de organizar informações, relacionar dados e estabelecer conexões.

Referências

- BARCLAY, C. Back to basics: naked-eye astronomical observation. **Physics Education**, v.38, n.5, p.423-428, 2003.
- CAMINO, N. Aprender a imaginar para comenzar a comprender. Los "modelos concretos" como herramientas para el aprendizaje en astronomia. **Alambique: Didáctica de las Ciencias experimentales**, n.42, 2004.
- CARVALHO, A. M. P.; VANNUCCHI, A. I.; BARROS, M. A.; GONÇALVES, M. E. R.; REY, R. C. **Ciências no Ensino Fundamental**: o conhecimento físico. São Paulo: Scipione, 1998.
- EMBRAPA. **Banco de dados climáticos**. 2003. Disponível em: <<http://www.bdclima.cnpm.embrapa.br/resultados/balanco.php?UF=&COD=105>>. Acesso em: 10 Nov. 2014.
- HEYWOOD, D.; PARKER, J.; ROWLANDS, M. Exploring the visuospatial challenge of learning about day and night and the Sun's path. **Science Education**, v.97, n.5, p.772-93, 2013.
- JAFELICE, L. C. (org.) **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: EDUFRN, 2010. 430 p.
- LANCIANO, N. **Strumenti per i giardini del cielo**. Italia: Ed. Junior; Quaderni di Cooperazione Educativa, 2002.

LORITE, M. M. A cielo abierto: una experiencia de aprendizaje de la astronomía. **Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales**, n.18, p.75-84, 1998.

MACHADO, D. I. Movimento aparente do Sol, sombras dos objetos e medição do tempo na visão de alunos do sétimo ano do Ensino Fundamental. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.15, p.79-94, 2013.

NAVARRO, M. Evolutionary maps: a new model for the analysis of conceptual development, with application to the diurnal cycle. **International Journal of Science Education**, v.36, n.2, p.1231-61, 2014.

PLUMMER, J. D. A cross-age study of children's knowledge of apparent celestial motion. **International Journal of Science Education**, v.31, n.12, p.1571-1605, 2009.

PLUMMER, J. D.; WASKO, K. D.; SLAGLEB, C. Children learning to explain daily celestial motion: understanding astronomy across moving frames of reference. **International Journal of Science Education**, v.33, n.14, p.1963-92, 2011.

PLUMMER, J. D.; ZAHM, V. M.; RICE, R. Inquiry and Astronomy: preservice teachers investigations of celestial motion. **Journal of Science Teacher Education**, v.21, p.471-93, 2010.

ROS, R. M. Estudio del horizonte local. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.8, p. 51-70, 2009.

SHARP, J. G. Children's astronomical beliefs: a preliminar study of year 6 in children in South-west England. **International Journal of Science Education**, v.18. n.6, p.685-721, 1996.

TEIXEIRA, R. O Céu ao Alcance de Todos. **Observatórios virtuais**. [2000]. Disponível em: <<http://telescopiosnaescola.pro.br>>. Acesso em 10 Abril 2012.

TROGELLO, A. G.; NEVES, M. C. D.; SILVA, S. C. R. A sombra de um gnômon ao longo de um ano: observações rotineiras e o ensino do movimento aparente do Sol e das quatro estações. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.16, p.7-26, 2013.

A TEORIA DA ABSTRAÇÃO REFLEXIONANTE E A HISTÓRIA DA ASTRONOMIA

*Roberta Chiesa Bartelmebs*¹
*João Batista Siqueira Harres*²
*João Alberto da Silva*³

Resumo: Este trabalho configura-se como um ensaio teórico a respeito de alguns fatos da história da astronomia analisados segundo a teoria da abstração reflexionante elaborada por Jean Piaget e seus colaboradores (1970). Trata-se de compreender os motivos que levaram diferentes astrônomos, da mesma época histórica e cultural, a “enxergarem” evidências tão diferentes sobre um mesmo fenômeno. Além disso, pretendemos possibilitar a compreensão das Ciências como construção humana, condicionadas a uma época e às crenças e os modos de compreender de cada cientista.

Palavras-chave: História da Astronomia; Abstração reflexionante; Astronomia.

LA TEORÍA DE LA ABSTRACCIÓN REFLEXIONANTE Y LA HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA

Resumen: Este trabajo se presenta como un ensayo teórico sobre algunos hechos históricos de la astronomía, analizados según la teoría de la abstracción reflexionante de Jean Piaget y sus colaboradores (1970). Se trata de comprender los motivos que llevarán a distintos astrónomos, de una misma época histórica y cultural, a “ver” diferentes evidencias sobre un mismo fenómeno. Además, se intenta posibilitar la comprensión de la ciencia como construcción humana, la cual es condicionada por su momento histórico y por las creencias y las formas de entender de los científicos.

Palabras clave: Historia de la Astronomía; abstracción reflexionante; Astronomía.

THE REFLECTIVE ABSTRACTION THEORY AND THE HISTORY OF ASTRONOMY

Abstract: This work is presented as a theoretical essay on some facts from the history of astronomy analyzed according to the theory of reflective abstraction developed by Jean Piaget and collaborators (1970). Its aim is to understand the reasons that led to different astronomers, at the same historical period and culture, to “see” quite different evidences about the same phenomenon. In addition, we intend to facilitate the understanding of science as a human construction, subject to a time epoch and the ways of understanding of each scientist.

Keywords: History of Astronomy; reflective abstraction; Astronomy.

¹ Universidade Federal do Paraná (UFPR). Email: <roberta.bartelmebs@ufpr.br>.

² Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUCRS). Email: <joao.harres@pucrs.br>.

³ Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Email: <joaosilva@furg.br>.

1. **Introdução**

As mudanças nas teorias científicas causam grandes transformações na forma como vemos e compreendemos o mundo. Através da história das ciências, podemos conhecer esse processo histórico e social, fazendo com que a forma como a verdade é vista em uma época possa se tornar, de acordo com o paradigma vigente, apenas uma ideia mítica em outra (KUHN, 1997).

Houve um tempo, por exemplo, em que se acreditava que o Sol girava em torno da Terra, o que levava a supor que isso seria causa dos dias e as noites. Tal teoria ficou conhecida como geocentrismo e foi amplamente aceita entre cientistas de diferentes épocas desde os gregos antigos, como Ptolomeu, por exemplo, até a Idade Média. A Terra foi deslocada do centro do Universo, passando a ocupar um lugar periférico no que atualmente chamamos de *Via láctea*. Tal mudança teórica constituiu-se uma verdadeira revolução. Esse processo de mudança não apenas retirou o status central da Terra e da humanidade com relação ao universo conhecido até então, como promoveu rupturas culturais e religiosas em todo o mundo.

Obviamente, podemos nos questionar se tais mudanças não ocorreram por que a natureza das coisas mudou. Em uma época remota, a Terra não ocupava o centro do universo e depois teria se deslocado para a periferia da *Via láctea*? Nota-se que as mudanças não se configuraram, essencialmente, nos objetos em si. O que mudou foi a forma de compreender os mecanismos do universo. É a capacidade cognitiva de compreender os elementos que o compõe e de construir teorias para explicá-lo de uma perspectiva em sintonia com a cultura e sociedade na qual estamos inseridos que vai mudando.

De fato, nossa estrutura mental atribui uma organização à realidade, numa relação de relativa dependência da configuração empírica que as situações e objetos assumam. O real se dobra frente à capacidade humana de pensar ou, em outras palavras, a realidade – ainda que exista em si mesma - depende da possibilidade humana de interpretá-la (PIAGET, 1975a). No entanto, permanece a pergunta: Como isso ocorre? O que possibilita que tenhamos ou não capacidade de compreender o mundo que nos rodeia e do qual fazemos parte? E de modo mais preciso ainda: Como aprendemos?

2. **Discussão da epistemologia genética sobre a origem dos conhecimentos**

A Epistemologia é uma das ciências que faz grandes esforços para possibilitar a compreensão da forma como aprendemos o mundo ao nosso redor. Nesse texto, os subsídios teóricos para interpretação da questão da origem dos conhecimentos serão sustentados na Epistemologia Genética (PIAGET, 1983). A inovação de Jean Piaget e Rolando Garcia na década de 70, no campo dos estudos epistemológicos, está justamente em trazer para o campo de pesquisas epistemológicas o desenvolvimento da inteligência na criança de forma experimental, uma vez que essa temática era campo apenas de especulação filosófica (GARCIA, 2002). Segundo Jean Piaget e Rolando Garcia:

“[...] o fato fundamental para a epistemologia das ciências é que o sujeito, partindo de níveis muito baixos, composto por estruturas pré-lógicas, alcançará normas racionais isomorfas, as das ciências em seus primórdios. Compreender o mecanismo dessa evolução das normas pré-científicas até a sua fusão com as do pensamento científico incoativo é, de fato, um problema incontestavelmente epistemológico” (PIAGET; GARCIA, 2011, p.20).

Portanto, o objetivo de Jean Piaget e Rolando Garcia foi o de compreender os mecanismos de evolução do desenvolvimento das ideias pré-científicas nas crianças. Os conhecimentos (nas crianças e na história das ciências) são construídos na medida em que interagem com os de níveis mais elementares (e não apenas o que o sucedeu), não ocorrendo uma “evolução linear” de um conhecimento para outro. Jacques J. Vonèche e Howard J. Gruber (1976) alertam que Piaget não faz uma psicologia infantil, mas encontra na criança um fóssil vivo do pensamento do adulto e da própria história da humanidade, pois o desenvolvimento cognitivo evidencia no microcosmo do sujeito o macrocosmo da evolução da humanidade.

Segundo Fernando Becker (1994), existem três grandes modelos epistemológicos ligados a modelos pedagógicos que representam diferentes visões sobre o ensino e a aprendizagem escolares. Os modelos pedagógicos refletem modos de ensinar e aprender. Os modelos epistemológicos falam da noção de conhecimento ou os modos de se conceber e interpretar como se conhece alguma coisa. Tais modelos são: empirista, apriorista e construtivista.

Para Jean Piaget (1975a), existem cinco principais maneiras de conceber o funcionamento da inteligência. O primeiro modo é atribuir-se “o progresso intelectual à pressão do meio exterior, cujas características [...] seriam pouco a pouco gravadas no espírito da criança” (PIAGET, 1975a, p.333). Tal concepção refere-se a uma epistemologia de cunho empirista. Nesse modelo, acredita-se que todo conhecimento que o sujeito deve adquirir está fora de si, no mundo que o cerca, bem como nas relações sociais e culturais. O conhecimento vem de “fora para dentro”. De modo radical, esse modelo sustenta-se em fundamentos psicológicos behavioristas que acreditam que recebendo os estímulos corretos, todos são capazes de aprender qualquer coisa.

No segundo modelo apresentado por Jean Piaget (1975a, p.339), “pode-se explicar a inteligência pela própria inteligência, isto é, supor-se uma atividade estruturada desde o começo e que se aplica diretamente a conteúdos cada vez mais ricos e mais complexos”. Tal concepção refere-se ao que Jean Piaget denomina de “intelectualismo vitalista”. Trata-se de uma “inteligência orgânica” que se prolonga para uma inteligência intelectual.

O terceiro modelo se refere às concepções aprioristas, que:

“Consideram que os progressos da inteligência são desenvolvidos não a uma faculdade inata mas à manifestação de uma série de estruturas que se impõe de dentro para fora à percepção e à inteligência, à medida que se manifestarem as necessidades provocadas pelo contato com o meio (PIAGET, 1975a, p.336)”.

Tal ideia surge em contrapartida às ideias empiristas, especialmente com a psicologia da “forma” ou Gestalt. Na pedagogia, a influência da Gestalt é a disseminação da ideia de que aprendemos porque temos estruturas cognitivas *a priori* que nos tornam capazes de compreender o mundo. Tais estruturas fazem parte da nossa bagagem hereditária e, portanto, amadurecem com o passar do tempo. Graças a essas estruturas, temos *insights* que nos permitem entender os mecanismos de funcionamento do mundo. Assim, toda a capacidade de aprender está no sujeito e nas condições *a priori* de seu aprendizado, sejam condicionantes culturais, familiares, genéticos ou sociais.

O quarto modelo apresentado por Jean Piaget (1975a) refere-se à concepção de que a inteligência constitui “uma série de tentativas e explorações empíricas inspiradas pelas necessidades e as implicações delas resultantes, mas selecionadas pelo meio exterior” (idem, p.333). É, segundo Jean Piaget, uma interpretação pragmática da inteligência e se situa entre o empirismo e o apriorismo constituindo o que ele denomina de teoria das tentativas.

Por fim, o último modelo apresentado por Jean Piaget (1975a, p.334):

“Concebe a inteligência como o desenvolvimento de uma atividade assimiladora cujas leis funcionais são dadas a partir da vida orgânica e cujas sucessivas estruturas que lhe servem de órgãos são elaboradas por interação dela própria com o meio exterior”.

Essa concepção refere-se à teoria da assimilação, elaborada por Jean Piaget a partir dos seus primeiros estudos da construção da inteligência na criança. Mais tarde haveria acréscimos na sua obra com a teoria da equilíbrio (1976) e com a teoria da abstração reflexionante (1970/ 1995). A teoria da assimilação é uma das bases do construtivismo, o qual surge a partir das ideias de Jean Piaget, cuja teoria epistemológica refere-se aos processos de gênese do conhecimento do sujeito sobre seu mundo e sobre si mesmo. A Epistemologia Genética compreende o ato de conhecer o mundo de forma distinta dos dois modelos anteriormente apresentadas.

Nessa perspectiva, não recebemos conhecimento do mundo, mas dele retiramos elementos que nos tornam capazes de construir significados. Esse processo não ocorre por “osmose”, mas sim por construção. Em outros termos, o sujeito, o seu meio externo e a sua capacidade cognitiva (biológica, funcional) intervêm no processo de aprendizagem. Nesse sentido, um estímulo não será necessariamente algo que garanta uma aprendizagem, conforme Jean Piaget (1972, s.p.):

“Um estímulo é um estímulo somente na medida em que é significativo e ele se torna significativo somente na medida em que há uma estrutura que permite sua assimilação, uma estrutura que pode acolher este estímulo, mas que ao mesmo tempo produz a resposta”.

A aprendizagem é, portanto, uma construção, resultado de processos de assimilação e acomodação de observáveis⁴ aos esquemas cognitivos do sujeito. Não é

⁴ Segundo Garcia e Fabregat (1998, p.94) um observável se refere a "aquilo que a experiência permite comprovar em uma leitura imediata dos fatos presentes por si mesmos".

um processo unilateral. É a partir da ação, ou da interação, que os sujeitos conhecem o mundo em que vivem, e é para além dela(s) que a teoria piagetiana se desdobra. Os conceitos de equilíbrio, desequilíbrio e acomodação resumem de forma sintética o mecanismo pelo qual nos apropriamos das coisas do mundo. Isso, porém não acontece de forma linear. Há momentos de rupturas, de incertezas, de falsas verdades que constituem nossas teorias e nossos sistemas de compreensão de mundo.

Podemos, para resumir, dizer que para a Epistemologia Genética a aprendizagem ocorre através dos processos de assimilação e acomodação (PIAGET, 1975a). Assimilação como um processo de classificação de novos fatos aos esquemas já construídos pelo sujeito. A acomodação refere-se à modificação de um esquema em função do objeto e suas particularidades. Isso modifica ou cria novos esquemas dentro de uma estrutura maior, que se configura como o estágio no qual o sujeito se encontra.

A assimilação e a acomodação ocorrem desde as primeiras interações do bebê com os objetos que o cercam (incluindo seu próprio corpo), segundo Jean Piaget (1975a, p.386):

“[...] as relações entre o sujeito e o seu meio consistem numa interação radical, de modo tal que a consciência não começa pelo conhecimento dos objetos nem pelo da atividade do sujeito, mas por um estado indiferenciado; e é desse estado que derivam dois movimentos complementares, um de incorporação das coisas ao sujeito, o outro de acomodação às próprias coisas”.

É nesse sentido que o conhecimento progride tanto do exterior para o interior quanto do interior para o exterior. A Figura 1 mostra um esquema elaborado por Jean Piaget (1975b) para representar os processos de assimilação e acomodação que citamos anteriormente.

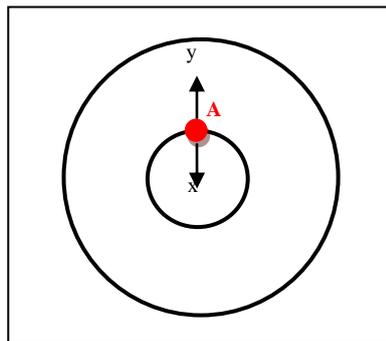


Figura 1 - Esquema Organismo – Meio
Fonte: (Piaget, 1975b, p.330).

O ponto A é o momento de encontro entre o organismo e o meio, representados pelo círculo menor e maior respectivamente. Segundo Jean Piaget (1975b, p.330), “o conhecimento progride segundo duas vias complementares”, representadas pelas setas que vão de A a Y e de A a X, que representam “o domínio da experiência” no primeiro caso (A-Y) e o “próprio funcionamento intelectual” no segundo caso (A – X).

Voltando ao exemplo da posição da Terra no espaço, pode-se perguntar por que alguns gregos antigos e alguns astrônomos da Idade Média não reconheceram que era a Terra e não o Sol que se movia? Uma vez que a Terra e o Sol são os mesmos desde sempre, temos os mesmos estímulos sensoriais vindos da natureza. Podemos dizer, radicalizando o exemplo, que os dados empíricos são os mesmos para um homem das cavernas como para um homem da modernidade. Os estímulos sensoriais que nossos antepassados receberam em suas retinas ao olhar para o céu são os mesmos que hoje recebemos, com algumas variações pontuais como o surgimento de supernovas etc., todavia, enxergaram coisas muito diferentes. Alguns viram animais, outros passaram a acreditar que sua sorte estaria determinada pela posição dos corpos celestes no momento do seu nascimento etc. Serão, portanto, os dados empíricos também interpretações da nossa mente sobre o mundo que nos rodeia, permeados de crenças, valores e culturas?

No entanto, acreditar que o conhecimento é algo dado pela natureza, ou pelo mundo ao nosso redor, tem implicações radicais para o campo de estudos sobre aprendizagem e da Epistemologia. Seria o caso então de acreditar-se que, todos os sujeitos, independente de suas características particulares, têm condições de aprender algo, desde que expostos a materiais adequados, desconsiderando outros fatores envolvidos nos processos de ensino e de aprendizagem, o que pode levar a um tecnicismo radical, no qual se pensa apenas nos modos como ocorrerá a transmissão de um conteúdo. Assim, a aprendizagem se transforma em mera impressão dos estímulos do real na mente do sujeito, não valorizando sua capacidade de processar e interpretar o que se apresenta. Isso nos parece uma concepção bastante limitada sobre as possibilidades infinitas do cérebro humano.

3. A Teoria da Abstração como ponto de partida para compreender a aprendizagem

Como afirmamos anteriormente, a Epistemologia Genética concebe que é pela ação que o sujeito conhece o mundo. É através de um processo interminável de construções e reconstruções que, a cada novo patamar, torna o sujeito ainda mais capaz de compreender e significar a realidade a sua volta.

Para Jean Piaget (1970, p.3):

“O conhecimento não poderia ser concebido como algo predeterminado nas estruturas internas do indivíduo, pois que estas resultam de uma construção efetiva e contínua, nem dos caracteres preexistentes do objeto, pois que estes só são conhecidos graças à mediação necessária dessas estruturas; e estas estruturas os enriquecem e enquadram (pelo menos os situando no conjunto dos possíveis)”.

Na década de 70, Jean Piaget e seus colaboradores da Escola de Genebra lançaram, em forma de livro, a teoria da abstração reflexionante. Segundo Piaget e Inhelder (1975c, p.301):

“[...] a abstração consiste em acrescentar relações ao dado perceptivo e não apenas em extraí-las dele. Reconhecer a existência de qualidades comuns, como quadrado, redondo, grande ou pequeno [...] é construir esquemas relativos às ações do sujeito tanto como às propriedades do objeto”.

Ao agir sobre o mundo, num primeiro momento, recolhemos informações muito superficiais dos objetos. Essa retirada de características dos objetos inicialmente é garantida pela **abstração empírica**. Dizer que o céu é azul, ou que o Sol tem cor amarelada, são exemplos de abstração empírica na qual o sujeito retira os observáveis mais materiais e periféricos dos objetos. Nesse nível de abstração, o sujeito não consegue retirar propriedades formais dos objetos. Por exemplo, dizer que o céu é azul e saber explicar qual o motivo de ele ter essa cor, saber que gases compõem a atmosfera terrestre etc.

Esse processo de retirar observáveis ocorre graças a uma **abstração reflexionante**⁵ anterior, que capacita o sujeito poder ver e significar aquilo que seus olhos transmitem a seu cérebro. A abstração reflexionante não se apoia sobre o real apenas, mas tem um caráter construtivo e de criação que se alicerça nas operações mentais que o sujeito realiza. Por exemplo, para dizer que o céu é azul (característica aparentemente observável) é preciso ter noção do que é essa cor. Se não possuir esse conhecimento prévio, não será capaz de significar ou nomear o que vê. Podemos sintetizar o processo de abstração reflexionante da seguinte maneira:

O sujeito retira propriedades dos objetos (que podem ser físicos ou imateriais), através dos conhecimentos que ele já adquiriu com abstrações reflexionantes anteriores. Nesse sentido, em termos epistemológicos e psicológicos, parte-se sempre daquilo que já se sabe para adquirir novos conhecimentos.

As características retiradas dos objetos pela abstração reflexionante anterior é, através de um processo de **reflexionamento**, projetada sobre novo patamar, no qual o conteúdo é extraído para poder compreender novos fatos ou novos observáveis do meio ou do objeto. Tais dados serão organizados novamente por um processo de **reflexão**, ou seja, um ato mental de reconstrução e reorganização do que foi extraído de um patamar inferior.

Podemos dizer que os diferentes patamares da reflexão formam as estruturas cognitivas do sujeito, na medida em que possibilitam abstrações reflexionantes que tornam possíveis a **tomada de consciência** do mundo que o cerca. Ou seja, na Epistemologia Genética, o patamar máximo de desenvolvimento de uma estrutura é quando ela não apenas permite ao sujeito agir em determinado nível, mas também compreendê-las a ponto de poder explicar o que fez. Nas palavras de Jean Piaget (1978, p. 176):

⁵ Optamos por utilizar o termo “reflexionante”, que foi originalmente traduzido da obra de referência original para a publicação brasileira por Becker e Petronilha (1995), por concordarmos com os tradutores que o termo “*réfléchissante*” ficaria melhor representado utilizando um particípio presente, dando a ideia de uma ação em movimento, o que corrobora com a intenção do termo reflexionante no escopo da teoria da abstração de Piaget. Lembramos também que outro estudioso da obra piagetiana, Dongo-Montoya (2013), também utiliza o termo reflexionante ao referir-se ao termo “*réfléchissante*”.

“[...] fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas por ela levantados, em relação ao porquê e ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizadas na ação”.

Os processos de ação e compreensão ocorrem por etapas sucessivas, que “reiniciam” a cada nova interação. Nunca se parte do zero quando se pretende conhecer um objeto novo (seja concreto, seja uma situação social), uma vez que cada aprendizagem construída aumenta em qualidade e quantidade a capacidade cognitiva do sujeito. Ao coordenar as próprias ações, não se abstrai apenas as propriedades dos objetos, mas também de sua própria estrutura lógico-matemática. Assim, ao tornar-se cada vez mais inteligente, é capaz de compreender o mundo com mais destreza. É o desenvolvimento de novas capacidades lógicas que aumenta nossas habilidades intelectuais. Para Jean Piaget (1995, p.81-82), a abstração reflexionante

“é fundamental, porque recobre todos os casos de abstração lógico-matemática [...] é retirada, não dos objetos, mas das coordenações das ações (ou de operações), portanto, das atividades do sujeito”.

Para poder efetuar qualquer dessas operações (contar, seriar, classificar), antes é preciso que o sujeito coordene sua própria ação, no caso, poder ver e seguir com os olhos um conjunto de objetos. Inicialmente, a criança muito pequena não é capaz de distinguir entre um objeto maior ou menor, ou ordenar uma série de objetos de diferentes tamanhos. Isso porque ela precisará partir de abstrações empíricas e reflexionantes para chegar a tal nível de construção estrutural.

Para estabelecer a ordem de um grupo de peças de um jogo, por exemplo, a criança precisa estabelecer relações entre elas. Tais relações inicialmente se constroem por meio da abstração empírica, retirando uma propriedade de cada objeto. Por meio da abstração pseudo-empírica, ela poderá construir diferentes relações entre esses objetos e então passará a classificá-los de alguma forma. A classificação exige saber que algo é isto e não é aquilo. Assim, os processos de abstração empírica e reflexiva, em conjunto, possibilitam à criança construir esquemas capazes de efetuarem a leitura e a compreensão de um conjunto de peças de um jogo, por exemplo. Ainda há, também, a comparação, que é um dos patamares do reflexionamento, o qual possibilita relacionar dois ou mais objetos de acordo com suas características visíveis e não visíveis.

Essas capacidades lógicas não são restritas para este ou aquele conteúdo, mas configuram-se como instrumentos de interpretação e ação para quaisquer situações. Elas constituem a base do nosso aparato intelectual e definem nossas capacidades e possibilidades de aprender. O que queremos chamar atenção é de que elas não se desenvolvem por acúmulo de quantidade de conhecimentos, mas a partir da possibilidade e capacidade de estabelecer relações entre os conhecimentos com os quais lidamos. Assim, a história da ciência nos mostra que os humanos não tiveram acesso apenas a um volume maior de dados sobre o universo, mas foram construindo

interpretações cada vez mais sofisticadas sobre como os corpos celestes se organizavam e o que isso implicava.

Segundo Luiz Carlos Gomes (2007, p. 8):

“O conhecimento astronômico, iniciando pela percepção do céu, mediado pelo processo de equilibração e de abstração reflexionante, evolui por sucessivas tomadas de consciência dos fenômenos celestes e, ao mesmo tempo, das compreensões do próprio sujeito”.

Ou seja, inicialmente a observação do céu é feita “somente no plano perceptivo [...] quando o sujeito assimila por abstração empírica o panorama celeste” (GOMES (2007, p. 44). Por exemplo, uma criança pode comparar o tamanho da Lua com o do Sol, porém, precisará de mais informações que apenas as que são perceptíveis pelos observáveis visíveis desses astros (abstração empírica). Ela terá que compreender, por exemplo, que o Sol é maior do que a Lua. Para isso é necessário saber que o tamanho aparente dos astros vistos da Terra não corresponde ao seu tamanho real, pois estão muito distantes e por isso se parecem menores do que realmente o são. No caso de basear sua comparação apenas naquilo que pode ver, se incorrerá no erro perceptivo. Ou seja, os dados empíricos são também fruto da nossa capacidade de lê-los e compreendê-los.

4. A teoria geocêntrica, o movimento retrógrado dos planetas e a abstração reflexionante

O geocentrismo e o heliocentrismo são duas teorias que explicam o lugar da Terra no universo. Segundo o geocentrismo, a Terra ocupa lugar central no universo. Os demais astros orbitam, portanto, ao redor da Terra. Para o heliocentrismo, ao contrário, é o Sol que ocupa posição central, sendo que os demais astros orbitam ao seu redor. Nesta seção vamos fazer referência a dois ícones que representam tais teorias, não ignorando que muitos outros cientistas importantes também optavam entre uma ou outra para fundamentarem, especialmente, suas convicções acerca do universo, da vida e da própria existência.

Cláudio Ptolomeu (168 d. C.) afirmava que a Terra não se movia. Eram os outros astros que se movimentavam ao seu redor. Todas as evidências científicas que a época comportava fazer (e ainda hoje somente pela abstração empírica) levaram-no a pensar exatamente assim, e dessa forma conceber o sistema Terra-Sol-Planetas.

Tal teoria também teve base no antigo universo de suas esferas, no qual:

[...] a Terra era uma pequena esfera suspensa de modo estacionário no centro geométrico de uma muito maior esfera rotativa que transportava as estrelas. O Sol movia-se num vasto espaço entre a Terra e a esfera das estrelas. Fora da esfera exterior não havia absolutamente nada – nem espaço, nem matéria, nada. Na antiguidade, esta não era a única teoria sobre o universo, mas foi a que ganhou mais adeptos, e é uma versão desenvolvida desta teoria que o mundo medieval e moderno herdou dos antigos (KUHN, 2002, p.43).

O fato de existirem duas esferas e de a Terra ser colocada no centro do universo configura-se como uma pseudonecessidade do sistema lógico dos antigos cientistas que nela acreditavam. A pseudonecessidade é descrita por Jean Piaget e Rolando Garcia (2011, p.57) como uma falsa necessidade imposta pela lógica interna do conhecimento de determinada teoria. É, por exemplo, o caso da teoria de Aristóteles sobre a mecânica, quando impõe certas premissas (que não necessitavam de testes experimentais) que irão definir sua Física e, conseqüentemente, a astronomia da Idade Média.

Ou seja, as abstrações reflexionantes realizadas por Aristóteles, e posteriormente por Ptolomeu no seu livro “Almagesto”, publicado em aproximadamente 150 a.C., deram corpo a uma teoria que perdurou por muitos anos na sociedade e entre os cientistas da época. Tal teoria estava ligada a uma imagem do universo; abandoná-la implicava uma mudança radical, que segundo Antoni Baig e Montserrat Agustench (1987, p.12) “não foi possível até que o homem fosse capaz de romper com as mesmas bases conceituais sobre as quais havia fundamentado a imagem anterior, o que, evidentemente não foi fácil” (tradução feita pelos autores).

Outro exemplo de abstração reflexionante baseada em dados que deformam a realidade, ou seja, de uma **assimilação deformante**, é o caso do movimento irregular do planeta Marte, explicado por Ptolomeu.

Os planetas descrevem uma órbita ao redor do Sol, como sabemos hoje. Para Cláudio Ptolomeu, no entanto, eles giravam ao redor da Terra. Além disso, eles se mantinham no céu (ou seja, não caíam sobre nossas cabeças) porque eram suspensos por esferas de cristais, que em um complexo esquema se movimentavam permitindo assim que os planetas também se movessem. Ao se deparar com os dados de observação, que demonstravam que Marte movia-se em determinado período como se retrocedesse na sua órbita e depois retomava o movimento original (Figura 2). Cláudio Ptolomeu precisou acomodar tais dados à sua teoria.

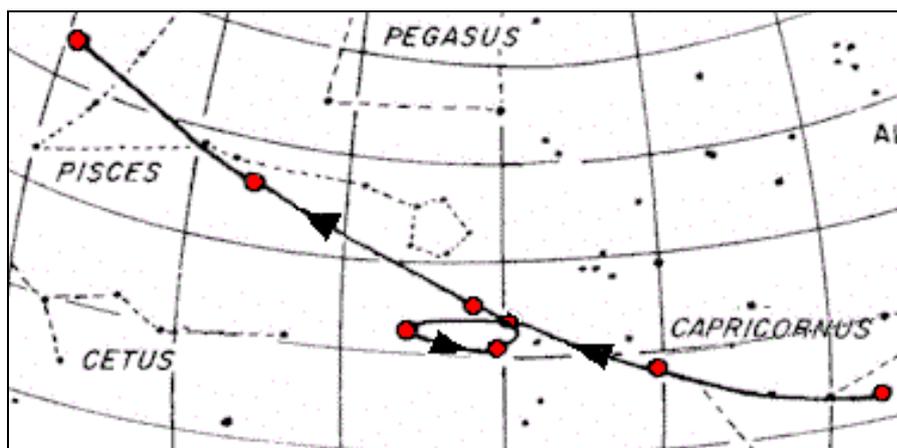


Figura 2 – Ilustração do movimento retrógrado de Marte

Fonte: <http://expansao.blogspot.com.br>

Tal anomalia problematizava a explicação dos círculos perfeitos como condutores das órbitas dos corpos celestes. Foi então que, com os dados da observação

(abstração empírica), e as teorias anteriores (abstração reflexionante), Cláudio Ptolomeu elaborou outra explicação para o fenômeno do movimento retrógrado dos planetas e mantendo-se na sua teoria geocêntrica.

Assim, Cláudio Ptolomeu elaborou uma explicação que se ajustava aos fatos. Para ele, Marte se movia dessa maneira porque, além do círculo que descrevia ao redor da Terra, ele também descrevia, ao mesmo tempo, um movimento circular sobre um ponto da sua órbita, denominado de epiciclo. Assim, era possível explicar porque em determinadas épocas do ano o planeta parecia “voltar” à sua trajetória inicial (como ilustrado na Figura 3).

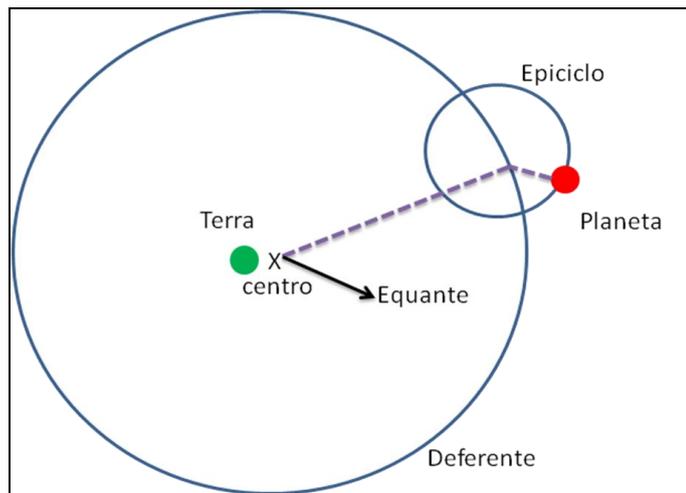


Figura 3 – Ilustração do movimento retrógrado Marte, segundo Ptolomeu

Fonte: Os autores.

Essa mesma explicação foi proposta também para explicar porque outros planetas aparentemente também retrocediam em sua trajetória vistos da Terra. Hoje, sabemos que a percepção do movimento retrógrado de Marte (e de outros planetas) é devida à localização do observador, no caso da Terra, que vê outro planeta com relação ao fundo das estrelas fixas, ficando com a impressão de que o planeta retrocede na sua trajetória ao redor do Sol. Assim, o movimento retrógrado não é mais explicado com a teoria dos epiciclos, mas pela diferença de velocidade dos planetas nas suas trajetórias ao redor do Sol. O período de translação da Terra é menor que a dos planetas exteriores como Marte. Com isso, podemos dizer que Marte é “ultrapassado” pela Terra periodicamente em suas trajetórias, o que causa a impressão ao observador terrestre de que Marte retrocede no céu.

O universo de duas esferas, o geocentrismo e as explicações consequentes para os movimentos retrógrados dos planetas foram colocadas em questão por Copérnico (1473–1543) e, posteriormente, por Johannes Kepler (1571–1630).

Johannes Kepler também teve de confrontar suas teorias e modos de pensar (sólidos perfeitos de Platão), com dados de observação coletados por Tycho Brahe (1546–1601). Temos então, na história da astronomia outro caso de abstração reflexionante. Talvez um dos níveis mais elevados, uma vez que Johannes Kepler passou grande parte de sua vida relutando contra os dados, tentando adaptá-los a cálculos que

condissem com suas explicações pessoais para o universo, o qual, como neoplatônico, acreditava que o Sol era o centro do universo e que as órbitas dos planetas eram circulares.

Portanto, uma das pseudonecessidades do esquema cognitivo de Johannes Kepler para descrever as trajetórias dos planetas ao redor do Sol estava em que estas pudessem ser de tal forma perfeitas, tais como o círculo (retomando a ideia de movimento circular uniforme). Kepler retirava da realidade observáveis (isto é, identificava as propriedades dos objetos) que não eram assimilados por suas estruturas, como por exemplo, o fato de os cálculos das órbitas nunca fecharem um círculo perfeito, e uma vez que não condizia com suas crenças ele continuava tentando desenhar novas formas para as órbitas dos planetas. Jogando esses dados não assimiláveis a patamares superiores, ele precisava reorganizá-los para poder continuar o processo de construção de sua teoria, realizando abstrações reflexionantes cada vez em níveis mais elevados. Assim, em última instância, não foi possível sujeitar os dados às suas teorias, uma vez que a lógica dos fatos observáveis que ele coletara forçava sua estrutura a ampliar-se para poder comportá-los.

Quando Johannes Kepler elabora sua primeira Lei: "O planeta em órbita em torno do Sol descreve uma elipse em que o Sol ocupa um dos focos", temos um exemplo de abstração reflexionante no sentido de que após inúmeras tentativas de adaptar os dados aos círculos perfeitos, Johannes Kepler teve de abandoná-los e passar a fazer tentativas inovadoras para que pudesse chegar a resultados que condissem com os dados de Tycho Brahe. Mas isso só foi possível porque, na época, o conhecimento de Kepler sobre a realidade, diferente do caso de Aristóteles, precisava encontrar fundamentos empíricos e não apenas lógicos ou metafísicos. A exigência de uma comprovação fez com que ele não pudesse permanecer acreditando nas órbitas circulares. É nesse sentido que podemos, dentro da Epistemologia Genética, contestar a noção de fato:

“[...] um fato será sempre o produto de composição de uma parte fornecida pelos objetos e de uma outra construída pelo sujeito. A intervenção deste último é tão importante que pode levar até a uma deformação ou mesmo a um recalque do observável, o que desfigura o fato em função da interpretação” (PIAGET; GARCIA, 2011, p.37).

Como vimos, não são os dados puros em si que nos permitem conhecer o mundo. Sobretudo, nossas elaborações pessoais a respeito deles, as quais são construções de nossa capacidade cognitiva, de nosso modo de pensar, que vão possibilitar as elaborações teóricas a respeito da realidade. Estas, por sua vez, podem ou não, estar corretas.

5. A astronomia e o processo de abstração no dia a dia

A partir do exposto anteriormente, é através do processo de abstração reflexionante que o sujeito vai tornando seu pensamento cada vez mais formal. Ptolomeu tinha pensamento organizado, pensava sobre o movimento dos planetas, sobre

as relações entre esses movimentos e com isso pode elaborar sua teoria. Ele realizava um exercício de metacognição, o qual é uma das características do pensamento formal.

Nesse processo, inicialmente, o sujeito pensa apoiando-se sobre o real, sem poder prescindir dele, isto é, ele se apoia sobre o real para poder movimentar-se nele. Isso aconteceu também no decorrer da história da astronomia quando, por exemplo, inicialmente os homens estavam mais vinculados à materialidade e atribuíam ao céu a causa de acontecimentos do seu dia a dia, justamente por não compreenderem o que lhes acontecia. Nas diferentes culturas, encontramos muitas histórias e mitologias tendo como pano de fundo o céu e seus habitantes (VERDET, 1987). Algo semelhante ocorre também no período pré-navegações, no qual o desconhecimento do mundo gerava medo e ansiedades entre os homens (RANGLES, 1994). Talvez seja por isso que a astronomia é ainda hoje, no imaginário popular, confundida com a astrologia, a qual pretende explicar as características pessoais dos indivíduos e os acontecimentos do dia a dia pela influência direta dos astros. Como a astrologia se encontra num patamar mais próximo do imaginário dos sujeitos, recebe melhor acolhida, uma vez que, para a população em geral, ela trata de previsões cotidianas. Já os conhecimentos astronômicos exigem conhecimentos específicos e abstrações do real cada vez mais elevadas.

Para citar um exemplo, podemos analisar o que veem as pessoas ao olhar o céu, sem conhecimentos de astronomia. As pessoas veem pontos brilhantes espaçados que ficam agrupados em figuras que, em geral, não se consegue identificar à primeira vista. Esses “pontos” culturalmente são denominados de estrelas, no entanto podem ser estrelas, planetas, satélites artificiais, cometas, galáxias, nebulosas etc. O sujeito então observa esses pontos luminosos e constrói em sua mente uma representação desse céu. Ele se apoia sobre o real de uma forma muito pouco elaborada para construir essa representação. Porém, para que seja capaz de identificar alguma constelação, não bastará ter o sentido da visão, precisará, por exemplo, de conhecimentos específicos de localização das estrelas. Tampouco bastará que alguém lhe mostre a constelação, pois sozinho poderá não mais localizar-se no céu. Precisará reconhecer o ponto celeste sul (no caso do hemisfério sul) e a partir dele identificar algumas estrelas representativas de cada constelação. Então, é preciso primeiro ter uma noção de direção dos polos celestes. Para isso ele precisará ir além da impressão sensorial aparente, terá de abstrair informações que não estarão necessariamente nas características visíveis das estrelas, mas nas relações que estabelecerá entre vários conhecimentos e a estrela que observa. Ocorre algo semelhante na leitura de uma carta celeste, que é uma representação do céu. Por ser uma representação, a carta celeste exige mais conhecimentos do sujeito. Ele precisa saber se situar no espaço, conhecer minimamente os pontos cardeais e também reconhecer alguns pontos de referência no céu. Enfim, precisamos abstrair mais informações do céu e da própria carta do que simplesmente olhá-los. E isso tem implicações para o ensino de astronomia, já que não basta aos sujeitos olhar para o céu, é preciso que tenham condições cognitivas de enxergar algo além de pontos brilhantes. E essas condições cognitivas são, como afirmamos anteriormente, construídas quando o sujeito interage com os conhecimentos da astronomia e com as observações que possa fazer do céu noturno.

Temos aqui um jogo de forma e conteúdo que interfere na compreensão do céu e da carta celeste. Os observáveis que é possível retirar dos objetos se referem ao conteúdo, e as estruturas que serão construídas por meio das reflexões constituem a

forma. Quando mais “descolado” da realidade for nosso pensamento, mais formal ele se torna, o que implica maior capacidade de elaboração.

No caso da astronomia, no exemplo da carta celeste em questão, a leitura do céu se torna extremamente formal, pois, está baseada em conhecimentos que estão além das aparências dos objetos que se estuda. No entanto, nem tudo que “vemos” de fato “existe” no céu. Um ótimo exemplo disso são as constelações. A disposição das estrelas nas galáxias não é necessariamente a mesma vista aqui da Terra. Isso porque o espaço é tridimensional, e aqui da Terra representamos, de modo geral, as constelações de modo bidimensional. Tal representação funciona muito bem quando queremos localizar algo no céu, justamente porque é um conjunto de conhecimentos que permite visualizar a passagem de um planeta, por exemplo, sem necessitar de um conhecimento maior das distâncias reais dos astros no Sistema Solar.

Além disso, a configuração das constelações muda, embora a passos muito lentos. Os antigos homens das cavernas provavelmente não enxergavam Órion, porque culturalmente ele não existia. A etnoastronomia tem bons exemplos de constelações que recebem nomes diferentes em cada região e em cada cultura, por exemplo, a constelação indígena da Ema, que segundo Germano Afonso (s/d, p.2):

“A constelação da Ema fica na região do céu limitada pelas constelações ocidentais Crux e Scorpius. Ela é formada utilizando, também, estrelas das constelações Musca, Centaurus, Triangulum Australe, Ara, Telescopium, Lupus e Circinus”.

Em outras palavras, para os indígenas, as constelações representam coisas diferentes, portanto, têm configurações diferentes que incluem estrelas que nós, ocidentais, classificamos como pertencentes a outra constelação.

Enfim, cada representação do céu possui esquemas de significação diferentes para diferentes culturas. Portanto, cada pessoa poderia criar um mapeamento próprio do céu, via abstração **pseudo-empírica**, com imagens que lhe tenham sentido, totalmente diferentes das imagens convencionais.

6. Para encerrar...

A visão de mundo está intimamente ligada à capacidade cognitiva de interpretar a realidade na qual o sujeito está inserido. E esta, por sua vez está ligada ao seu modo particular de pensar, às suas crenças e às suas aprendizagens anteriores. No entanto, trata-se de construções que são elaboradas através da ação no mundo. Um cientista não “descobre” fatos, mas sim constrói teorias que os explicam. Com o passar do tempo elas podem ou não se confirmar. Foi o caso de Cláudio Ptolomeu com os epiciclos, de Johannes Kepler com as órbitas circulares e de muitos outros astrônomos e cientistas de todas as épocas.

É nesse sentido que a teoria piagetiana refuta os modelos de base empirista, nos quais o conhecimento é adquirido do meio externo. Ora, todos veem as estrelas, no entanto poucos compreendem o céu. Todos veem três estrelas enfileiradas, mas nem todos identificam as chamadas “Três Marias” do cinturão de Órion, e nem todos verão a

constelação de Órion. Da mesma forma também acontece de se termos a percepção de que a constelação de Órion realmente se parece com a imagem de um guerreiro, embora ao olhá-la nossos sentidos apenas captam a luz de alguns pontos brilhantes distantes, espalhados aleatoriamente pelo espaço.

Não é aquilo que se vê, mas aquilo que significamos ao ver que define o que sabemos a respeito do mundo. Por isso, na história das ciências, em especial da astronomia, temos grandes exemplos de que o conhecimento científico não é dado pela natureza, mas sim construído. Por ser fruto de uma construção, é passível de erro, ou seja, de deformações causada por assimilações pouco adaptadas à realidade, mas muito bem adaptadas às teorias pessoais.

Agradecimentos:

Os autores agradecem aos avaliadores *ad hoc* da Revista Latino Americana de Educação em Astronomia pela leitura atenta e crítica, bem como pelas sugestões de aprimoramento deste trabalho.

Referências

AFONSO, G. **As constelações indígenas brasileiras**. In: TELESCÓPIOS na escola: Projeto Educacional em Ciências através do uso de telescópios robóticos. [S.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>>. Acesso em: 18 dez. 2013.

BAIG, A.; AGUSTENCH, M. **La revolución científica de los siglos XVI y XVII**. Madrid: Alhambra, 1987.

BECKER, F. Modelos pedagógicos e modelos epistemológicos. **Educação e Realidade**, v.19, n.1, p.89-96, jan./jun. 1994.

GARCIA, A.; FABREGAT, A. A construção humana através da equilibração de estruturas cognitivas: Jean Piaget. In: MINGUET, P. A. (Org.). **A construção do conhecimento na educação**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

GARCIA, R. **O conhecimento em construção**: das formulações de Jean Piaget à teoria de sistemas complexos. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GOMES, L. C. **As descobertas da astronomia à luz da teoria da abstração reflexionante de Jean Piaget**. 2007. 84 f. Dissertação (Mestrado em Educação) -- Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

KUHN, T. S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5. ed. São Paulo: Perspectiva, 1997.

MONTOYA, A. O. D. Resposta de Piaget a Vygotsky: convergências e divergências teóricas. **Educação e Realidade**, v.38, n.1, Jan./Mar. 2013.

PIAGET, J. **A Equilibração das Estruturas Cognitivas**: Problema Central do Desenvolvimento. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976.

PIAGET, J. **A construção do real na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975b.

PIAGET, J. **A epistemologia genética**. 2ª Ed. São Paulo: Abril Cultural, 1983.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: Relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre; Artes Médicas, 1995.

PIAGET, J. **Abstração reflexionante**: relações lógico-aritméticas e ordem das relações espaciais. Porto Alegre: Artes Médicas, 1995. (Tradução de Fernando Becker e Petronilha B. G. da Silva).

PIAGET, J. Development and learning. In: LAVATTELLY, C. S.; STENDLER, F. **Reading in child behavior and development**. New York: Hartcourt Brace Janovich, 1972.

PIAGET, J. **Fazer e compreender**. São Paulo: Melhoramentos, 1978.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975a.

PIAGET, J.; GARCIA, R. **Psicogênese e história das ciências**. Petrópolis: Vozes, 2011.

PIAGET, J.; INHLDER, B. **Gênese das estruturas lógicas elementares**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1975c.

RANDLES, W. G. L. **Da Terra plana ao Globo Terrestre**: uma mutação epistemológica rápida (1480-1520). Campinas: Papirus, 1994.

VERDET, J. P.. **O Céu, mistério, magia e mito**. [S. l.]: Gallimard, 1987.

VONÈCHE, J. J.; GRUBER, H. E. Reflexions sur les operations formelles de la pensée. **Archives de Psychologie**, v.44, n.171, p.45-55, 1976.

DISCIPLINAS E PROFESSORES DE ASTRONOMIA NOS CURSOS DE LICENCIATURA EM FÍSICA DAS UNIVERSIDADES BRASILEIRAS

*Artur Justiniano Roberto Junior*¹

*Thiago Henrique Reis*²

*Daniel dos Reis Germinaro*³

Resumo: Este artigo é o resultado de uma pesquisa sobre a formação básica em Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física que fizeram o exame nacional ENADE 2011. O objetivo do trabalho foi identificar se há disciplinas de Astronomia nesses cursos, se ela é obrigatória ou optativa/eletiva, qual a sua carga horária e o período em que é oferecida. Pesquisou-se também a relação entre astrônomos, cursos de Licenciatura em Física e disciplinas de Astronomia. Para realizar essa pesquisa utilizamos os dados do ENADE 2011 e também do censo da Astronomia brasileira. Como resultado, se observa que em apenas 15% dos cursos existe uma disciplina obrigatória de Astronomia e que há uma grande probabilidade de que 85% dos professores de Física formados em 2011 não cursaram nenhuma disciplina de Astronomia durante a graduação. Além disso, os dados levantados nesse trabalho apontam um baixo número de filiados à SAB nos cursos pesquisados. Identifica-se que ter astrônomos na instituição não implica em disciplina obrigatória de Astronomia no curso de Licenciatura em Física.

Palavras-chave: Licenciatura em Física; Ensino de Astronomia; Astrônomos.

DISCIPLINAS Y PROFESORES DE ASTRONOMIA EN LOS CURSOS DE LICENCIATURA EN FÍSICA EN LAS UNIVERSIDADES BRASILEÑAS

Resumen: Este artículo es el resultado de una investigación sobre la formación básica en Astronomía en los cursos de Profesorado en Física que hicieron el examen nacional ENADE 2011. El objetivo del trabajo fue identificar si existen disciplinas de Astronomía en estos cursos, si son obligatorias u optativas, cuál es su carga horaria y el semestre en que son ofrecidas. Se investigó también la correlación entre astrônomos, los cursos de licenciatura en Física y las disciplinas de Astronomía. Para realizar esta investigación se utilizaron los datos del ENADE 2011 y también del censo de la Astronomía brasileña. Como resultado, se observó que en solo 15% de los cursos existe una disciplina obligatoria de Astronomía y que existe una grande probabilidad de que 85% de los profesores de Física formados en el año de 2011 no hayan cursado ninguna disciplina de Astronomía durante su formación. Aparte de eso, los datos levantados en este trabajo apuntan para un número bajo de afiliados a la SAB (Sociedade Astronômica Brasileira) en los cursos investigados. Se verificó que tener astrônomos en una institución no implica tener una disciplina obligatoria de Astronomía en el curso de licenciatura en Física.

Palabras clave: Licenciatura en Física; Enseñanza de Astronomía; Astrônomos.

¹ Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Universidade Federal de Alfenas. Alfenas – MG, Brasil. E-mail: <arturjustiniano@gmail.com>.

² Laboratório de Tecnologia Educacional. Universidade Federal de Alfenas. Alfenas – MG, Brasil. E-mail: <thiago.henri.reis@gmail.com>.

³ Programa de Pós-graduação em Ensino de Física. Universidade Federal de Alfenas. Alfenas – MG, Brasil. E-mail: <daniel.germinaro@hotmail.com>.

DISCIPLINES AND PROFESSORS OF ASTRONOMY IN UNDERGRADUATE PHYSICS TEACHERS FORMATION COURSES IN BRAZILIAN UNIVERSITIES

Abstract: This article is the result of a research on basic training in Astronomy in physics degrees that performed the ENADE 2011 national examination. The objective was to identify whether there are disciplines of Astronomy in these courses, whether are mandatory or optional, its workload and when it is offered. The relationship between astronomers, physics degrees and disciplines of Astronomy was investigated. To perform this research we examined the results of ENADE 2011 and also the census of Brazilian Astronomical Society. As a result it is observed that in only 15% of the courses there is a mandatory subject of Astronomy, and therefore there is a high probability that 85% of physics teachers trained in 2011 have not had any discipline of Astronomy during their graduation. In addition, the data collected in this study shows a low number of members of SAB (Sociedade Astronômica Brasileira) among the surveyed courses. We have verified that the presence of astronomers in a given university does not imply to have a mandatory discipline of Astronomy in physics degrees at the same university.

Keywords: Physics degrees; Teaching Astronomy; Astronomers.

1. Introdução

As Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN+ - (BRASIL, 2008) apresentam uma proposta para o ensino de Física organizado em seis temas estruturadores: movimentos, variações e conservações; calor, ambiente, fontes e usos de energia; equipamentos eletromagnéticos e telecomunicações; som, imagem e informação; matéria e radiação; Universo, Terra e vida. Este último dedica-se aos conteúdos da Astronomia e está dividido em três unidades temáticas: Terra e Sistema Solar, Universo e sua origem e compreensão humana do Universo.

A primeira unidade trata de assuntos relacionados a Astronomia do dia a dia como movimentos da Terra, calendários, fases da Lua, eclipses, estações do ano, Sistema Solar e as interações gravitacionais.

A segunda unidade temática trata dos aspectos relacionados a origem e a evolução do Universo, bem como as teorias, os modelos, as ordens de grandeza envolvidas e também questões relacionadas a vida fora da Terra.

A terceira unidade temática busca compreender a Astronomia como uma construção humana impregnada de contribuições sociais, políticas e religiosas. Assim, de acordo com o texto dos PCN+ é

[...] indispensável uma compreensão de natureza cosmológica, permitindo ao jovem refletir sobre sua presença e seu “lugar” na história do Universo, tanto no tempo como no espaço, do ponto de vista da ciência. Espera-se que ele, ao final da educação básica, adquira uma compreensão atualizada das hipóteses, modelos e formas de investigação sobre a origem e evolução do Universo em que vive, com que sonha e que pretende transformar. Assim, Universo, Terra e vida passam a constituir mais um tema estruturador (BRASIL, 2008, p.19).

Entretanto, Simões (2008) na sua dissertação de mestrado identificou que nos livros didáticos de Física - aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) implantado pelo governo federal em 2004 (BRASIL, 2004) -

os conteúdos de Astronomia são apresentados apenas como forma de contextualizar um modelo físico. Nas palavras da autora:

[...] Eles existem ao longo de todo o texto, porém, não estão sendo empregados com o objetivo de evidenciar a Astronomia, mas como forma de contextualizar ou exemplificar aplicações dos modelos físicos abordados nestes livros. Por esta razão, passam despercebidos não sendo explorados como Astronomia durante as aulas de Física do ensino médio.

Um contraponto aos resultados da pesquisa de Simões (2008) é o livro *Quanta Física*, aprovado no PNLEM de 2012. O livro tem no seu segundo volume um capítulo específico de Astronomia intitulado: Os astros e o Cosmo. Nesse capítulo são explorados assuntos como visões do céu, a visão moderna do Sistema Solar e a Via Láctea, nascimento, vida e morte das estrelas e evolução do Universo. Essa obra é diferente das demais porque não apresenta a Física da forma tradicional, como é ensinada no ensino médio, e também porque apresenta a Astronomia como um dos conteúdos da obra e não como apenas uma forma de contextualizar um modelo físico. Isso é um avanço, em se tratando da importância que se começa a dar a Astronomia no ensino médio.

Por outro lado, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Física (BRASIL, 2001), documento que Norteia a elaboração dos projetos pedagógicos dos cursos de Licenciatura em Física, não mencionam nada a respeito da obrigatoriedade desses cursos oferecerem disciplinas com conteúdo exclusivo de Astronomia.

As Diretrizes orientam para que os cursos de Licenciatura tenham um núcleo de disciplinas comuns, que são as Físicas básicas, a Física moderna e contemporânea e as matemáticas. Um núcleo de disciplinas de formação do físico educador, onde há as disciplinas pedagógicas e específicas para a formação desse profissional, o estágio supervisionado que deve ter no mínimo 400 horas e as atividades complementares com no mínimo 200 horas. Nas Diretrizes, o ensino de Astronomia não é sequer mencionado, em contrapartida, os PCN+ têm a Astronomia como um dos temas estruturadores para o ensino de Física no ensino médio.

Diante do que foi exposto temos um cenário de controvérsia. De um lado está os cursos de Licenciatura em Física que não têm regulamentada uma orientação para que ofereçam uma formação básica mínima em Astronomia para os futuros professores. Do outro lado está o professor de Física do ensino médio, que orientado pelos PCN+ deve inserir conteúdos de Astronomia na disciplina de Física.

O governo federal orienta os professores de Física do ensino médio para que trabalhem esse conteúdo em sala de aula, mas não exigem dos cursos de formação desses professores que a Astronomia faça parte da sua dinâmica curricular.

Nesse trabalho há os resultados de uma pesquisa que analisou a dinâmica curricular dos 134 cursos de Licenciatura em Física cujos alunos participaram do Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE, de 2011 (BRASIL, 2004) cujos dados podem ser acessados no endereço eletrônico (<http://portal.inep.gov.br/enade/resultados>).

O objetivo foi realizar um levantamento sobre como as disciplinas com o conteúdo de Astronomia são oferecidas, averiguar a regularidade com que essas disciplinas são ofertadas e qual o seu conteúdo.

Analisou-se também a relação entre disciplinas de Astronomia no curso e o número de docentes da instituição que são sócios da Sociedade Astronômica Brasileira - SAB. Trata-se de um trabalho que busca entender como ocorre e se ocorre a formação básica em Astronomia dos egressos dos cursos de Licenciatura em Física.

2. Disciplinas de Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física.

Para realizarmos este trabalho nós optamos por utilizar como objeto de pesquisa os 134 cursos de graduação em Licenciatura em Física que tiveram alunos inscritos no ENADE de 2011. Optamos por utilizar esses cursos como amostra porque eles devem representar quase que a totalidade dos cursos de Licenciatura em Física com corpo docente e Projeto Político Pedagógico (PPP) já consolidado². Além disso, ao utilizar os dados do ENADE tivemos também acesso ao número de alunos concluintes que fizeram a prova em cada curso. Esses concluintes devem corresponder quase que a totalidade dos licenciados em Física em 2011. Assim, neste artigo, toda vez que forem citamos os alunos, portanto serão esses concluintes. Isso ajudou a identificar o número aproximado de professores de Física, formados em 2011.

Como um dos objetivos do trabalho é fazer uma análise das disciplinas de Astronomia nos cursos avaliados foi necessário obter o PPP de cada um deles. Com essa informação foi possível identificar quais são os cursos que têm na sua estrutura curricular pelo menos uma disciplina obrigatória ou optativa/eletiva e aqueles cursos que não possuem nenhuma disciplina de Astronomia.

Para identificar uma disciplina como de Astronomia procuramos selecionar apenas aquelas cuja ementa tenha não necessariamente todos, os seguintes assuntos: sistemas de coordenadas, calendários, fases da Lua, eclipses, estações do ano, o Sistema Solar e seus constituintes, astrometria, sistemas planetários, estrelas, galáxias, cosmologia, astrobiologia, telescópios, fotometria, espectroscopia e técnicas de observação do céu. Não fazem parte desse levantamento as disciplinas básicas de Física (mecânica, termodinâmica, eletromagnetismo e óptica), a mecânica clássica e a Física moderna e contemporânea que tratam de forma superficial alguns desses assuntos.

Os dados dessa pesquisa foram extraídos das páginas dos cursos na internet e, quando necessário, de correspondências eletrônicas trocadas com as universidades. Nesse levantamento conseguimos obter as informações de 132 instituições das 134 que participaram do ENADE. Dos 132 cursos analisados, 31 são de instituições particulares e 101 são de instituições públicas (federal, estadual e municipal).

3. Resultados

A Tabela 1 é uma síntese dos dados dos cursos de Licenciatura em Física que fizeram o ENADE 2011 e também das informações sobre as disciplinas de Astronomia coletadas dos PPPs desses cursos. Nessa tabela há dados sobre a existência de

² Projeto Político Pedagógico que todas as disciplinas da dinâmica curricular já foram oferecidas. É um PPP que já tem alunos formados.

disciplinas de Astronomia no curso, o tipo de instituição (pública ou particular), as quantidades de cursos e de alunos por região. As Figuras 1, 2, 3 e 4 correspondem aos dados dessa tabela.

		Disciplina obrigatória		Disciplina optativa/eletiva		Sem disciplina de Astronomia	
		Pública	Particular	Pública	Particular	Pública	Particular
Sul	cursos	3	4	9	0	2	2
	alunos	194	44	141	0	20	5
Sudeste	cursos	5	2	15	0	7	18
	alunos	77	17	279	0	109	217
Centro Oeste	cursos	1	2	6	0	4	0
	alunos	32	51	104	0	144	0
Nordeste	cursos	3	0	10	0	22	2
	alunos	128	0	137	0	455	18
Norte	cursos	0	0	2	0	12	1
	alunos	128	0	137	0	455	18

Tabela 1 - Síntese do número de cursos e alunos distribuídos por região, pelo tipo de instituição e pela presença da disciplina de Astronomia

Na Figura 1 pode-se observar que a região Sudeste tem o maior número de cursos de Licenciatura em Física que fizeram o ENADE 2011 e que a região Norte tem o menor número de cursos.

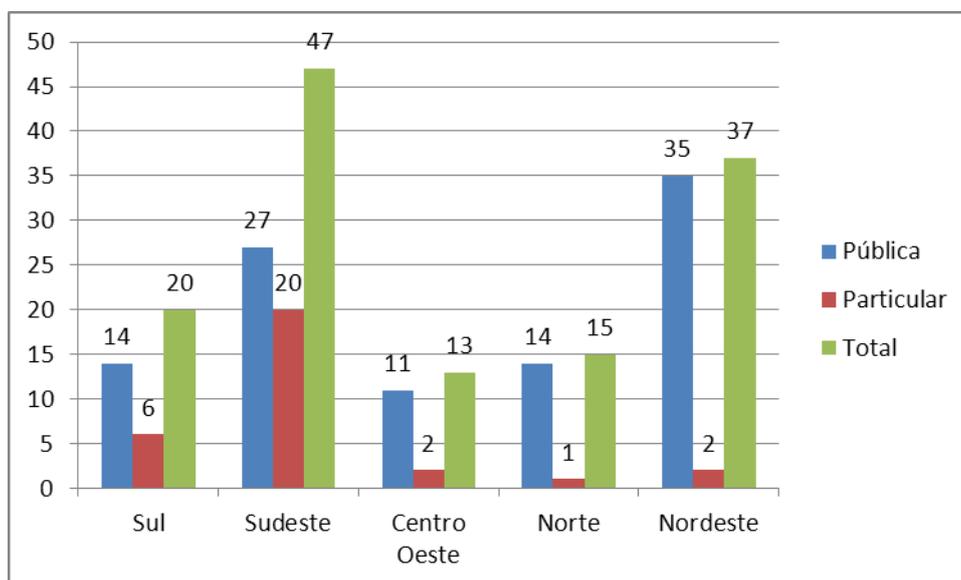


Figura 1 - Distribuição das quantidades dos cursos de Licenciatura em Física avaliados no ENADE 2011 por regiões e por tipos de instituição.

Essa tendência da distribuição de cursos por regiões já havia sido observada por Gobara e Garcia (2007) e que se repete em 2011. Os dados nos mostram também que o estado de São Paulo possui o maior número de cursos (21) que foram avaliados enquanto que o estado de Tocantins não teve nenhum curso de Física avaliado, ou seja, nesse estado não foi formado nenhum licenciado em Física em 2011.

Em relação aos alunos, estes são 2259 distribuídos da seguinte forma: 358 (16%) são de instituições particulares e 1901 (84%) de instituições públicas.

A Figura 2 mostra que em números absolutos a região Nordeste possui o maior número de alunos e a região Sul o menor número de alunos. Em números relativos o Centro-Oeste possui 25,5 alunos/curso, o Nordeste 19,9, o Norte 17,5, o Sudeste 14,9 e o Sul 11,5 alunos/curso.

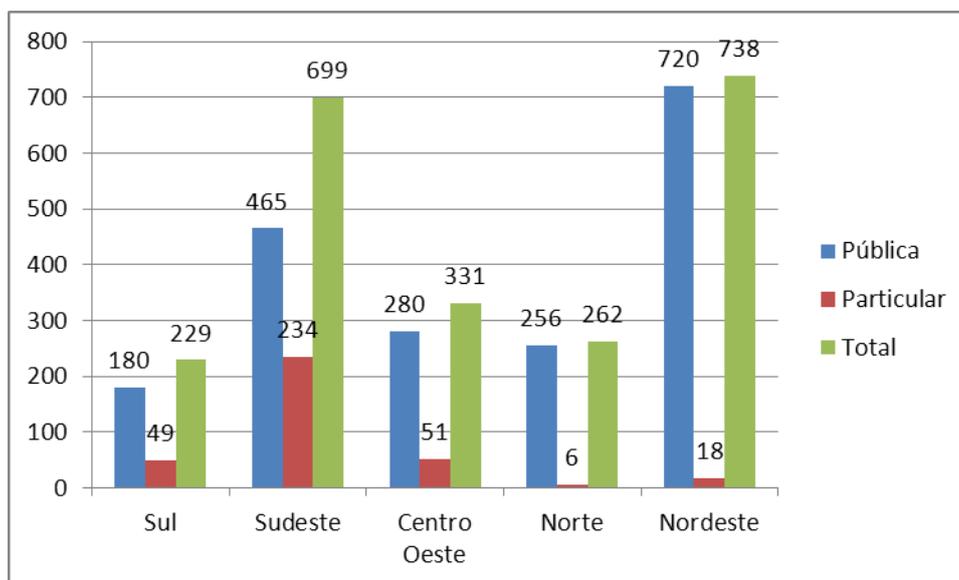


Figura 2 - Alunos concluintes dos cursos de Licenciatura em Física avaliados no ENADE 2011 por região e por tipo de instituição.

Apesar de a região Sudeste possuir o maior número de cursos, os dados mostram que, proporcionalmente, esses cursos formam menos licenciados em Física do que os das outras regiões, com exceção dos da região Sul. Os dados mostram também que 50% dos cursos estão nas regiões Sul e Sudeste, mas são 13,8 alunos/curso enquanto que nas outras três regiões juntas são 20,5 alunos/curso. Ou seja, os primeiros têm mais cursos, mas os segundos têm muito mais alunos por curso. Juntas, as regiões menos populosas e menos desenvolvidas do Brasil formam mais professores de Física do que as duas regiões mais populosas e mais ricas.

Em relação à presença de disciplinas de Astronomia nos 132 cursos de Licenciatura em Física analisados neste trabalho (Figura 3) observamos que em apenas 20 deles (15%), existe ao menos uma disciplina obrigatória.

Há 70 (53%) cursos que não possuem nenhuma disciplina *de Astronomia* na sua estrutura curricular e 42 (32%) que possuem apenas disciplinas optativas/eletivas. O significado desses dados é que a maioria absoluta dos cursos de Licenciatura em Física não possui na sua estrutura curricular a disciplina obrigatória de Astronomia.

Um total de 1207 alunos que concluíram o curso sem terem contato com o conteúdo dessa ciência, sendo que 59% deles estão nas regiões Norte e Nordeste. Para 684 deles há a possibilidade de terem feito alguma disciplina com esse conteúdo e para apenas 368 é possível afirmar que esses futuros professores de Física tiveram aulas de Astronomia. Para 84% dos estudantes de Licenciatura em Física há grandes possibilidades deles se formarem sem uma disciplina de Astronomia na graduação.

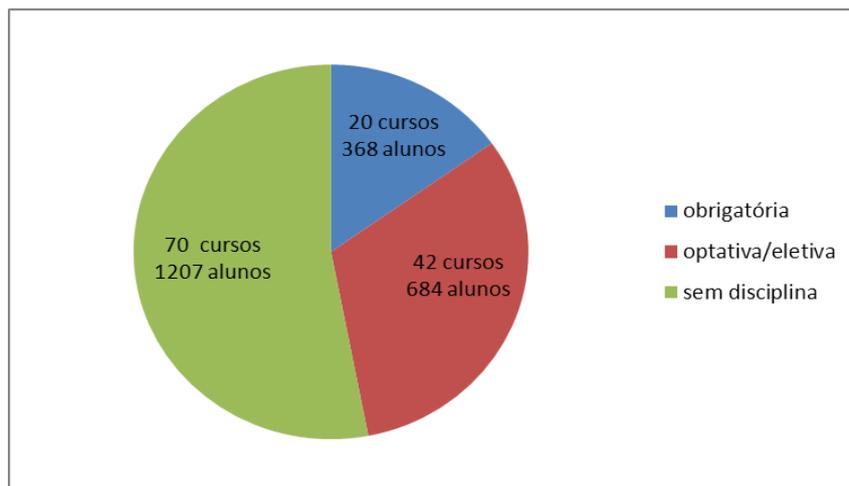


Figura 3 - Disciplinas de Astronomia e número de alunos nos cursos de Licenciatura em Física avaliados no ENADE 2011.

Quando analisamos a distribuição da disciplina de Astronomia pelas regiões (Figura 4) verifica-se que no Norte, nenhum curso avaliado possui disciplina obrigatória com esse conteúdo na sua estrutura curricular. Em 13 dos 15 cursos não há sequer uma disciplina optativa/eletiva.

No Nordeste a situação é um pouco diferente, mas não muito melhor. Nessa região há 3 cursos com disciplinas obrigatórias, mas 24 dos 37 cursos não possuem essa disciplina. Nessas duas regiões quase todos os cursos e conseqüentemente alunos estão em instituições públicas.

Isso é um quadro diferente do que ocorre no Sudeste, onde 25 das 47 instituições também não têm disciplinas de Astronomia, mas, neste caso, a maioria dessas instituições é particular. Entretanto, essa região possui o maior número de alunos (94) em cursos com disciplina obrigatória de Astronomia.

As regiões Sul e Centro-Oeste se destacam por possuírem uma situação oposta à das outras, nelas a minoria dos cursos não têm disciplinas de Astronomia.

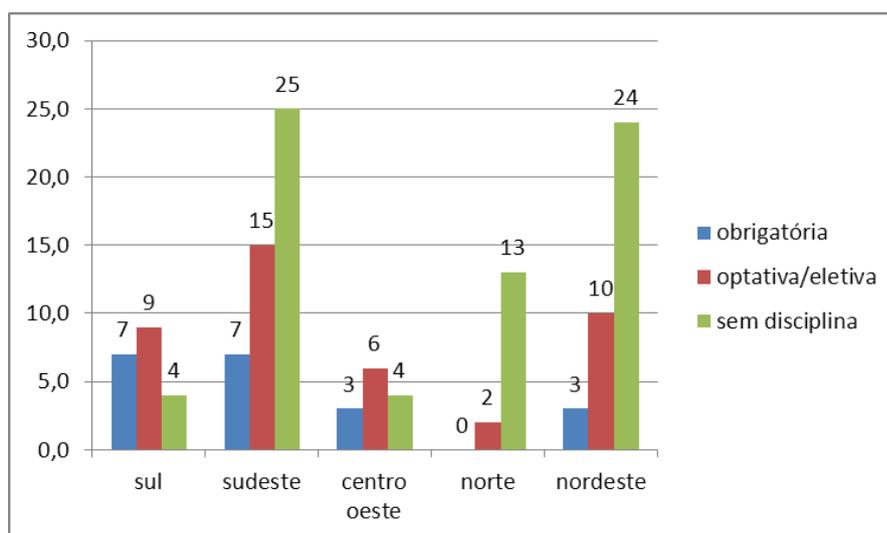


Figura 4 - Disciplina de Astronomia por região.

Para os 20 cursos que possuem a disciplina de Astronomia executou-se uma análise da carga horária, ementa e período para o qual ela é oferecida. Observou-se que esses parâmetros mudam de curso para curso.

A seguir três exemplos de ementas. Na Universidade Federal de Itajubá a disciplina chama-se Conceitos de Astronomia, tem uma carga horária de 30 horas e é do 1º período do curso. A sua ementa é bem compactada: Sol, Terra e Lua. Sistema Solar. Esfera Celeste. Evolução Estelar. Cosmologia.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) a disciplina chama-se Astronomia Básica, tem uma carga horária de 60 horas e é do 4º período. Sua ementa é: A Física de Aristóteles. A Física de Galileu. As Leis de Kepler e a lei da gravitação universal de Newton: breve histórico da Astronomia ocidental. Esfera celeste e sistemas de coordenadas. O Sistema Solar e seus objetos astronômicos. Fenômenos astronômicos básicos: eclipses, fases da Lua, marés e estações do ano. Estrelas, constelações, a Via Láctea e o Universo conhecido. Noções de astrofísica e cosmologia. Práticas observacionais do céu a olho nu e com telescópio. O ensino de Astronomia nos níveis de escolaridade fundamental e médio: cuidados, métodos e atividades.

Na Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) são 3 disciplinas obrigatórias. Fundamentos da Astronomia e Astrofísica, no 4º período, Ensino de Astronomia no 5º período e Astronomia Fundamental no 7º período. As três têm carga horária de 60 horas. As ementas são: (4º) Escalas astronômicas. Movimentos aparentes dos astros. Coordenadas astronômicas e medida do tempo. Estações do ano e eclipses. Movimento planetário. Determinação de massas. Determinação de distâncias. Conceitos de teoria da radiação. Magnitudes. Espectros estelares. Diagrama HR. Sistemas e populações estelares. Estrutura galáctica. Galáxias e o Universo – (5º) Identificação de objetos celestes: planetas, constelações e objetos de fundo. Uso do telescópio e de recursos da internet para ensino de Astronomia. Experimentos e simulações por computador para ensino de Astronomia: determinação de distâncias e períodos de planetas e satélites. Aplicação das leis de gravitação. Marés. Determinação de massas dentro e fora do Sistema Solar. Formação e evolução de estrelas e galáxias. Cosmologia – (7º) Evolução histórica e conceitual dos métodos em Astronomia. Relação da Astronomia com os diversos ramos da ciência. Período pré-histórico. Astronomia pré-helênica. Ptolomeu e Aristóteles. Ciência oriental e islâmica. Copérnico. Galileu. Tycho e Kepler. Física e Astronomia newtoniana. Herschell. Halley e Laplace. O cosmos como laboratório de Física. Cosmologia.

Há que se destacar o curso da Universidade Federal do Rio Grande do Norte onde a ementa da disciplina possui, além do conteúdo padrão, o seguinte assunto: “o ensino de Astronomia nos níveis de escolaridade fundamental e médio, cuidados, métodos e atividades”.

De forma semelhante, na PUC do Rio Grande do Sul e na Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul a ementa possui, além dos conteúdos tradicionais, o seguinte assunto: a “Astronomia como agente social de divulgação de ciências”. Como pode ser observado nas ementas das disciplinas desses cursos, o ensino de Astronomia vai além do conteúdo tradicional. Esses cursos buscam estudar metodologias de ensino e divulgação dessa ciência no ensino fundamental e médio e também a investigação da sua relação com as outras ciências a tecnologia e a sociedade.

Outro ponto importante observado em algumas instituições - como na Universidade Federal de Alfenas, na PUC Minas e na Universidade Federal do Rio Grande do Norte - é o fato de existir um conteúdo prático na disciplina. Geralmente descrito como técnicas de observação e práticas observacionais do céu a olho nu e com telescópio.

Em relação à carga horária não foi observada uma uniformidade. Mas existe uma tendência por disciplinas de 60 horas-aula por semestre. No que se refere a sua posição na estrutura curricular, existe também uma tendência para que ela esteja na segunda metade do curso, a partir do 5º período.

Nas instituições onde a disciplina de Astronomia é optativa/eletiva observamos que as ementas são semelhantes às das instituições onde essa disciplina é obrigatória. Quanto à carga horária, existe uma tendência para disciplinas de 60 horas-aula. Como são disciplinas optativas/eletivas não há indicação de período. Em alguns casos existe uma orientação de qual é o melhor momento para cursá-la, mas no geral isso depende do formato do PPP do curso. Em diversas instituições a disciplina aparece no rol de disciplinas optativas, mas não existe uma ementa definida.

4. Docentes sócios da SAB e os cursos de Licenciatura em Física do ENADE 2011

Nesse trabalho partiu-se do pressuposto de que a maioria absoluta dos pesquisadores nas diversas áreas da Astronomia no Brasil são sócios da SAB, que serão chamados por “astrônomos” neste artigo. Pressupõe-se também que são esses astrônomos os mais bem preparados para ministrar disciplinas com conteúdo de Astronomia e também, presumidamente, os mais interessados que elas existam nos cursos de formação de professores de Física.

Para fazer uma análise da distribuição dos astrônomos nas instituições de ensino superior utilizamos os dados do censo da Astronomia brasileira de 2012 (SAB, 2012a). Os dados mostram que a maioria dos sócios doutores trabalha em universidades públicas (estaduais e federais) e o restante está distribuído entre as universidades particulares e os institutos de pesquisa, que não têm cursos de graduação. Como o interesse desta pesquisa concentra-se nos astrônomos que estão em instituições que possuem o curso de Licenciatura em Física que participou do ENADE 2011, assim, cruzou-se os dados do INEP com os do censo, vide Tabela 2.

Região	Nº de Docentes	Universidades
Norte	1	1
Nordeste	38	9
Centro-Oeste	8	4
Sul	32	9
Sudeste	65	16
Total	144	39

Tabela 2 - Distribuição por região dos doutores sócios da SAB entre as universidades que têm cursos de Licenciatura em Física que participaram do ENADE 2011.³

³ Os dados são do censo da Astronomia Brasileira de 2012, publicado na página da Sociedade Astronômica Brasileira (SAB). <http://www.sab-astro.org.br/>.

O cruzamento dos dados mostra que dos 132 cursos de Licenciatura em Física analisados neste trabalho, apenas 39 estão em instituições que possuem pelo menos um astrônomo no corpo docente. Além disso, observa-se que existe uma forte concentração desse profissional nas instituições que possuem a pós-graduação nessa área. São 12 as universidades que possuem o curso de Licenciatura em Física e que participaram do ENADE 2011 e que também possuem programas de pós-graduação em Astronomia (SAB, 2012b).

Nessas universidades estão 62% dos astrônomos catalogados nessa pesquisa. Entretanto, em apenas 3 universidades (UNIFEI, UFRGS, UFRN) nós identificamos que existe no curso de Licenciatura em Física a disciplina obrigatória de Astronomia, nas outras ela é optativa/eletiva.

A relação entre astrônomos na instituição e a presença da disciplina de Astronomia no curso foi analisada ao cruzar os dados dos dois levantamentos (Figura 5). Como se pode observar, a maioria dos astrônomos está em instituições que possuem o curso cuja disciplina de Astronomia aparece como optativa/eletiva. A minoria está em instituições onde o curso de Licenciatura em Física não possui essa disciplina. Nota-se, ao observar as Figuras 3 e 5, que a metade dos cursos que possuem a disciplina de Astronomia como obrigatória está em instituições que não possuem astrônomos. Nesse caso são cursos predominantemente de universidades particulares.

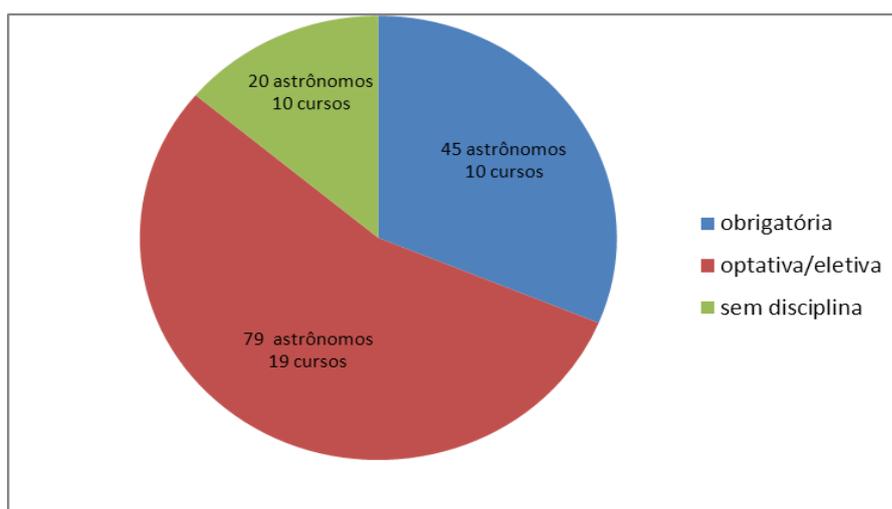


Figura 5 - Distribuição dos astrônomos entre os cursos de Licenciatura em Física avaliados no ENADE 2011 de acordo com a presença da disciplina de Astronomia.

A Figura 6 possibilita uma visão mais ampla da relação entre os três elementos desta pesquisa - cursos, astrônomos e disciplina de Astronomia. Nota-se que mesmo nas regiões Sul e Sudeste, onde há a maior concentração de astrônomos, existe uma enorme distância entre o número de cursos e a quantidade desse profissional nas instituições hospedeiras.

Um mesmo distanciamento, ainda que menor é observado entre o número de astrônomos e a presença da disciplina de Astronomia no curso. O que se pode concluir dessa comparação é que astrônomo em instituição onde existe um curso de Licenciatura em Física não implica, diretamente, que nesse curso haverá uma disciplina obrigatória de Astronomia.

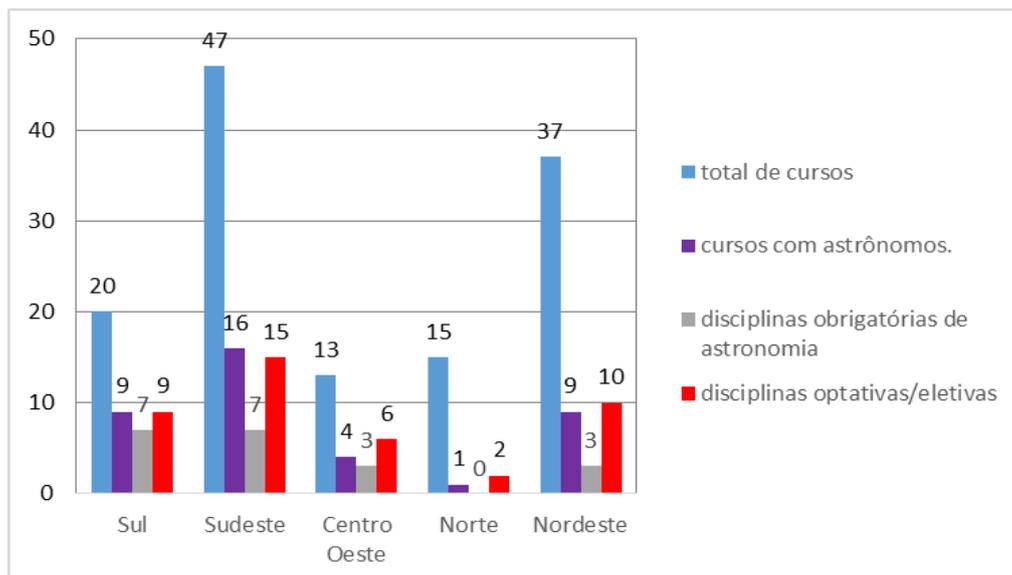


Figura 6 – Comparação do número de cursos com o número de astrônomos e com a disciplina de Astronomia.

5. Conclusões

A proposta desse trabalho foi realizar uma pesquisa sobre o panorama atual do ensino de Astronomia nos cursos de formação de professores de Física. Essa pesquisa mostra que são muito poucos os cursos de Licenciatura em Física que possuem a disciplina de Astronomia na estrutura curricular, mais precisamente apenas 15% da amostra.

Dentro dessa porcentagem mais da metade dos cursos são das regiões Sul e Sudeste, onde está também a maioria dos astrônomos. Entretanto, mesmo nessas regiões são poucos os cursos que possuem, simultaneamente, astrônomos e a disciplina obrigatória de Astronomia. Observamos também que a região Norte é mais carente de astrônomos e da disciplina de Astronomia nos cursos de Licenciatura em Física. Nenhum curso possui essa disciplina como obrigatória e em apenas 2 dos 15 avaliados no ENADE 2011 a possuem como optativa/eletiva.

Em relação ao número de alunos concluintes que fizeram o ENADE 2011 os resultados desse trabalho mostram que são grandes as possibilidades de que 85% deles se formaram sem cursar uma disciplina de Astronomia. Isso significa que os cursos de Licenciatura em Física estão entregando para a sociedade professores sem uma formação mínima necessária para ensinar os conteúdos básicos de Astronomia.

Mesmo nas instituições que possuem simultaneamente astrônomos e pós-graduação em Astronomia, os dados levantados mostram que isso não implica diretamente que haverá no curso de Licenciatura em Física a disciplina obrigatória de Astronomia. Em apenas 3 instituições que possuem a pós-graduação nessa área, essa disciplina é obrigatória. Podemos dizer que falta uma aproximação entre as partes, astrônomos e o curso de Licenciatura em Física. Não é só a falta de astrônomos que inviabiliza a existência de disciplinas de Astronomia nos cursos de formação de

professores de Física. Isso porque 69% desses profissionais estão em instituições que não possuem essa disciplina na estrutura curricular do curso como obrigatória.

Esse trabalho sugere que existe nos cursos de Licenciatura em Física um desapareço pelo ensino regular obrigatório de Astronomia, apesar de esta ciência ser um dos temas estruturadores dos PCN+ para o ensino de Física e estar regularmente nos meios de comunicação. Trabalhos recentes apontam para essa realidade (BRETONES, 1999) e algumas propostas para melhorar essa situação estão sendo feitas (GONZAGA e VOELZKE, 2011; LANGHI e NARDI, 2009). Entretanto, nenhuma dessas propostas faz uma reflexão sobre o papel do docente astrônomo no ensino de Astronomia nos cursos de formação de professores. Isso é controverso, uma vez que não parece possível ensinar Astronomia com qualidade sem a participação dos astrônomos.

Ademais, nos últimos anos o Brasil tem firmado parcerias internacionais para pesquisa de ponta que contribuem para uma maior inserção de pesquisadores e estudantes em grandes projetos que contribuem para melhorar a formação dos astrônomos brasileiros. Nesse cenário não parece razoável apenas investir recursos financeiros em pesquisa de ponta e formação de pessoal na pós-graduação. É preciso também se preocupar em inserir nos cursos de formação de professores de Física a disciplina de Astronomia. Isto porque são esses professores que ensinam os conteúdos que podem despertar o interesse dos jovens pela carreira científica nessa área.

Agradecimentos

A FAPEMIG que financiou parte dessa pesquisa, ao editor da RELEA pela contribuição para melhorar a redação e a clareza do texto e ao Prof. Dr. Ihosyany Camps Rodríguez pela revisão do texto em espanhol.

Referências

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira - Sistema Nacional de Avaliação da Educação Superior. **Exame Nacional de Desempenho de Estudantes**: Resultados. 2004. Brasília. Disponível em: <<http://portal.inep.gov.br/enade/resultados>>. Acesso em 20 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Nacionais Curriculares para os Cursos de Física**. Brasília: MEC/SEMTEC. 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES1304.pdf>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC. 2004. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=12371&Itemid=584>. Acesso em 20 fev. 2014.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais:** Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC. 2008.

BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil.** 1999. 187 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Instituto de Geociências da UNICAMP, Campinas. 1999.

GOBARA, S. T.; GARCIA J. R. B. As Licenciaturas em Física das universidades brasileiras: um diagnóstico da formação inicial de professores de Física. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** v.29, n.4 p.519-525, 2007.

GONZAGA, E. P.; VOELZKE, M. R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** V.33, n.2, 2011.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia no Brasil: Educação Formal, Informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física.** v.24, n.4, 2009.

SAB. Sociedade Astronômica Brasileira. **Censo da Astronomia Brasileira 2012.** São Paulo, 2012a. Disponível em: <http://www.sab-astro.org.br/levantamento_2011.htm>. Acesso em: 20 fev. 2014.

SAB. Sociedade Astronômica Brasileira. **Censo da Astronomia Brasileira 2012.** São Paulo, 2012b. Disponível em: <<http://www.sab-astro.org.br/posgrad>>. Acesso em: 20 fev. 2014.

SIMÕES, C. C. **Elementos de Astronomia nos Livros Didáticos de Física.** 2008. Dissertação (Mestrado) - Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

AS DIFERENTES CULTURAS NA EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA E SEUS SIGNIFICADOS EM SALA DE AULA

Vicente Pereira de Barros ¹
Daniel Fernando Bovolenta Ovigli ²

Resumo: O presente trabalho apresenta uma reflexão acerca da utilização da História da Ciência no currículo da educação formal, por meio da discussão relativa ao emprego de elementos culturais de grupos étnicos em ações voltadas à educação em Astronomia. O trabalho foi desenvolvido no âmbito de um curso de extensão e a análise aqui empreendida refere-se a um encontro que abordou sequências didáticas relativas àquele tema, com fundamento na lei 11.645/2008 e a obrigatoriedade de abordagem da temática “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena” no currículo oficial. A ação de extensão ocorreu junto a professores que ensinam Ciências da Natureza, no interior do estado de São Paulo, discutindo-se temas relativos ao uso de História da Ciência e o relacionamento com cosmogonias oriundas dos povos Iorubá e Tupi, evidenciando como podem enriquecer o trabalho com a(s) Astronomia(s) em sala de aula. Observou-se que os participantes ainda não haviam apresentado estes temas em suas aulas e, igualmente, não participaram de cursos de formação que contemplassem a referida temática.

Palavras-chave: Currículo; História da Ciência; Educação em Astronomia; Relações étnico-raciais.

LAS DIFERENTES CULTURAS EN LA EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA Y SUS SIGNIFICADOS EN EL AULA

Resumen: Este artículo presenta una reflexión sobre el uso de la historia de la ciencia en el currículo de la educación formal, a través de la discusión sobre el uso de los elementos culturales de los grupos étnicos en Brasil, en acciones relacionadas con la educación en astronomía. El trabajo se desarrolló en el marco de un curso de extensión y el análisis realizado aquí se refiere a un encuentro en el cual se abordaron secuencias didácticas relacionadas con ese tema, sobre la base de la ley brasileña 11.645/2008 que dispone la obligatoriedad del tema "Historia y Cultura africana e indígena en el Brasil" en el currículo oficial. La acción de extensión se desarrolló con los profesores de ciencias naturales en el interior del estado de São Paulo, discutiendo temas relacionados con el uso de la historia de la ciencia y la relación con las cosmogonías de los pueblos Iorubá y Tupi, que muestra cómo se puede mejorar el trabajo con Astronomía(s) en la clase. Se observó que los participantes todavía no habían presentado estos temas en sus clases y tampoco habían participado en cursos de formación que abordaran estos temas.

Palabras clave: Currículo; Historia de la Ciencia; Educación en Astronomía; Relaciones étnicas y raciales.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *campus* Itapetininga.
E-mail: <vicente@ifsp.edu.br>.

² Departamento de Educação em Ciências, Matemática e Tecnologias (DECMT). Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE). Universidade Federal do Triângulo Mineiro (UFTM) – *Campus* Uberaba. E-mail: <daniel@icene.uftm.edu.br>.

DIFFERENT CULTURES IN ASTRONOMY EDUCATION AND THEIR MEANINGS IN THE CLASSROOM

Abstract: This paper is a reflection about the use of History of Science in the curriculum of formal education, through the discussion concerning cultural elements of several ethnic groups in Brazil, in actions related to astronomy education. The work was developed in the framework of an extension course and the analysis undertaken here refers to a meeting that discussed didactic sequences relating to that theme, based on the Brazilian law 11.645/2008, which states the obligation to present the subject “African-brazilian and indigenous History and Culture” in the official curriculum. The extension action was developed with teachers who teach Natural Sciences, in São Paulo state, discussing issues related to the use of History of Science and the relationship with cosmogonies from Iorubá and Tupi peoples, highlighting how they can enhance the work with Astronomy(ies) in the classroom. It was observed that the participants had not yet presented these themes in their classes and also did not participate in training courses that discussed these subjects.

Keywords: Curriculum; History of Science; Astronomy Education; Ethnic and Racial Relations.

1. Introdução

A utilização da História da Ciência na educação em Física, Química e Biologia vem se intensificando nas últimas duas décadas. A divulgação dessa perspectiva, em especial no ensino de Física, teve início, de forma mais sistematizada, com o projeto Harvard, desenvolvido nos Estados Unidos entre os anos de 1962 a 1970, durante o qual foram desenvolvidos materiais instrucionais fundamentados em princípios históricos e preocupados com as dimensões cultural e filosófica da Ciência (PENA, 2012). No contexto brasileiro, o emprego da história da Ciência na educação científica foi reiterado com a produção e divulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental (BRASIL, 1997), para o Ensino Médio (BRASIL, 1998) e posteriores orientações curriculares (BRASIL, 2000). Observa-se, em cada um desses documentos, recomendações voltadas cada vez mais ao desenvolvimento de processos educativos que se utilizem de elementos históricos das ciências, inclusive como metodologia de ensino.

Neste artigo apresenta-se a importância da reflexão sobre um currículo permeado com os elementos históricos mais importantes na construção do conhecimento e, especialmente, a importância da presença de elementos culturais dos diversos grupos étnicos que formam o povo brasileiro. Busca-se, dessa forma, a elaboração de uma proposta de educação em Astronomia contextualizada para a realidade do país.

Após uma breve teorização sobre currículo e história da ciência na educação em Astronomia, são apresentados resultados relativos ao desenvolvimento de uma sequência didática aplicada no âmbito de um projeto de extensão desenvolvido no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) - *campus* Itapetininga, com fomento do Programa Nacional de Extensão Universitária (Proext).

2. Múltiplas Culturas: Currículos Diferenciados

Forquin (1993) afirma que a cultura é o elemento fundamental do processo educativo. Segundo ele, é a partir da cultura que as ações educacionais são construídas e suas finalidades, justificadas. Faz-se necessário considerar que os conhecimentos que constituem o currículo da educação escolar são selecionados no contexto da cultura e, destaque-se, a partir dos interesses dos grupos que detêm maior poder.

Nesse processo de seleção, a escola, de alguma forma, limita possibilidades de abordagens diferenciadas ao trabalhar apenas com uma parcela restrita de conhecimentos, experiências, valores e atitudes da cultura consideradas legítimas e, conseqüentemente, oficializadas em documentos curriculares. A dominação cultural tem sido um dos principais elementos do fazer pedagógico hegemônico: superá-la configura-se como uma das principais lutas no contexto do projeto de construção de uma escola e de uma sociedade mais democráticas.

As considerações apresentadas no parágrafo anterior fazem sentido na medida em que o resultado desse processo de seleção acaba por deixar de fora as vivências educativas e a cultura de diversos grupos sociais, a exemplo das diversas etnias indígenas e africanas, constituintes do povo brasileiro. Ademais, o que não foi selecionado passa a ser visto como conteúdo curricular indesejado, que não encontra espaço nas práticas educativas processadas no interior da escola. Reitera-se, dessa forma, a cultura hegemônica, recorrente em todas as esferas do sistema de ensino – da educação básica à universidade (SILVA, 1999).

Historicamente, a instituição escolar constituiu-se em um espaço de homogeneização e assimilação cultural. Mais recentemente, as reivindicações de diferentes movimentos sociais culminaram na elaboração de diferentes dispositivos legais que norteiam o processo educacional. Alguns exemplos incluem a obrigatoriedade da inclusão da temática "História e Cultura Afro-Brasileira" no currículo oficial da Rede de Ensino (lei 10.639, de 09 de janeiro de 2003), educação e direitos humanos (Plano Nacional de Educação em Direitos Humanos – BRASIL, 2007), a lei 11.645/2008, que ampliou a 10.639/2003, incluindo a história e cultura indígena e, mais recentemente, a educação do campo (decreto 7.352, de 04 de novembro de 2010). Tais normativas existem na direção de reverter a tendência histórica delineada, possibilitando currículos diferenciados que expressem e confirmem sentido democrático à diversidade cultural. Essa assertiva indica não apenas o reconhecimento da diversidade cultural presente no ambiente educativo da escola mas, principalmente, aponta para a valorização e o respeito à cultura do outro.

Por outro lado, o que objetivamente se quer alcançar ao se enveredar por alternativas curriculares? Há que se considerar a difícil relação entre a denominada "cultura culta" e "cultura não culta". Muitos argumentam que a cultura considerada culta é eivada de valores burgueses e, dessa forma, seria danosa à identidade dos segmentos não burgueses. No entanto, é necessário destacar que os saberes considerados cultos carregam em si aspectos importantes que viabilizam o desenvolvimento da capacidade reflexiva crítica. Assim, é também salutar e desafiante para a escola a possibilidade de trabalhar a cultura culta pelos grupos que não a detém, sem que esses percam a ligação e a valorização de sua cultura de origem.

Um exemplo típico da afirmação acima diz respeito ao ensino da língua materna. A Língua Portuguesa, inserida em um universo constituído de diferentes culturas e representada por inúmeros grupos sociais, não pode ter como único eixo a linguagem considerada culta, habitualmente utilizada por um único grupo social. Quando se pretende desenvolver um currículo comprometido com a não homogeneização da cultura e, portanto, com a luta contra as desigualdades sociais e econômicas e que reconhece o direito que têm os diversos grupos sociais de apropriar-se da “linguagem culta”, estabelece-se como objetivo levar os estudantes pertencentes aos diferentes grupos a dominá-lo. Não para que se adaptem às exigências de uma sociedade que divide e discrimina, pelo contrário, para que adquiram um instrumento fundamental à participação política e para fortalecer a luta contra as desigualdades sociais.

Dessa forma, o ensino da língua materna, pertencente a um currículo que valoriza a diversidade cultural, parte da compreensão das condições sociais e econômicas que explicam o prestígio atribuído a uma variedade linguística em detrimento de outras. A partir desse elemento, o estudante é levado a perceber o lugar que ocupa o dialeto do grupo a que pertence na estrutura de relações sociais, econômicas e linguísticas, e compreender as razões pelas quais seu dialeto é socialmente estigmatizado (GIROUX, 1997), o que também pode ser ampliado para a educação em Astronomia, uma vez que esta se materializa em saberes e fazeres de diferentes povos.

Bernstein (1996), em seus primeiros trabalhos, destaca que a instituição escolar coloca em desvantagem as crianças provenientes de determinados grupos sociais. Estabelece uma crítica bastante consistente à escola por esta usar predominantemente um “código elaborado”, condicionando o que se aprende e como se aprende, privilegiando as crianças em que o seu espaço familiar é constituído de uma cultura que utiliza o referido código e que coincide com as formas de comunicação escolhidas pela escola, deixando em desvantagem as crianças pertencentes aos outros grupos que não o dominam.

Nessa perspectiva, é fundamental que a escola e os docentes percebam que o ensino de diferentes temáticas não implica apenas uma dimensão técnica mas, sobretudo, uma dimensão política, que expressa um compromisso contra as discriminações, as desigualdades e o respeito à diversidade cultural (SACRISTÁN, 1998).

Assim, deve se constituir em elemento de busca pela escola, no processo das vivências educativas de interação cultural, o reconhecimento dos mecanismos de crítica e autocrítica às diversas manifestações culturais, analisando os seus aspectos repressivos e discriminadores, de modo a fortalecer cada vez mais a afirmação da liberdade, da autonomia e do respeito ao outro (SILVA, 1999).

Para que uma proposta de currículo pautado na diversidade se efetive, faz-se necessária a abertura de espaços para que a cultura dos grupos não representados no currículo escolar passe a fazer parte deste e se tornem presentes por meio de narrativas que salientem suas experiências e viabilizem diálogo entre as diversas culturas. Essa é condição fundamental para estabelecer e consolidar a democracia plena nas instituições escolares.

3. Currículo Alternativo?

A construção de alternativas curriculares, como possibilidade de contribuição para a emancipação social, demanda dois elementos importantes e que merecem reflexão. O primeiro reside sobre a clareza acerca do significado de currículo: muito mais do que uma lista de conteúdos a serem ministrados a um determinado grupo de estudantes, currículo é a criação cotidiana de todos os que fazem parte da escola, é prática que envolve todos os saberes e processos interativos do trabalho educativo realizado por professores e estudantes. O segundo, tão importante quanto o primeiro, diz respeito aos locais em que estes currículos se realizam. Vivências curriculares não ocorrem somente no interior de escolas, mas a vida cotidiana tem seus próprios currículos, expressos nos processos sociais de aprendizagem que permeiam nosso estar no mundo e que vão constituindo nossas identidades e nossa história (SILVA, 1999). Como, então, podemos perceber a sala de aula? Por que a sala de aula é um espaço de culturas?

Ao adentrar a uma sala de aula somos acompanhados por nossas experiências, histórias e por nossas vivências desenvolvidas nos diferentes contextos dos quais fazemos parte. Cada um que compõe a sala de aula traz o seu mundo, caracterizando esse espaço em um ambiente repleto de culturas. Desse conjunto de culturas, a depender da orientação docente, surge um universo cultural novo, distinto, heterogêneo, singular, original, com peculiaridades, não apenas racionalmente conduzido, mas emocionalmente sentido e intensamente vivido por todos.

Daí falar de cultura (e Astronomia) no plural, posto que a diversidade cultural presente na sala de aula não pode ser omitida, pelo contrário, deve permear e orientar as decisões coletivas e os encaminhamentos do processo de ensino. Trata-se de uma consideração aderente ao trabalho com o tema da Astronomia praticada por grupos indígenas e afro-brasileiros, por exemplo.

Admitir a importância da diversidade cultural da sala de aula, no processo de formação escolar, é perceber a diferença de cultura de cada estudante e de si mesmo, enquanto docente e, principalmente, acolher a ideia da possibilidade e do direito de cada um construir sua identidade, sua história, seu destino, seu mito pessoal de forma singular, autônoma e significativa nesse espaço. Isso significa que aos alunos devem ser proporcionadas as condições efetivas de construção autônoma de aprendizagem, a partir de suas culturas.

Nessa perspectiva, a diversidade cultural dos grupos que estão presentes na escola é para ser percebida como um direito estruturante das ações político-pedagógicas, como um fator de enriquecimento curricular e como potencializador do desenvolvimento pessoal e social. A diversidade cultural não pode continuar a ser concebida e encarada como problema a ser superado e extinguido do espaço da sala de aula e da escola ou que provoque sentimentos de rejeição e de paternalismo. Cabe, então, a seguinte pergunta: qual o papel do professor e da escola nesse processo? É importante, enquanto professor, ter sempre presente nas situações de aprendizagem os seguintes questionamentos: Qual o respeito que temos com os valores culturais do outro? Até que ponto, o processo pedagógico que desenvolvo tem sido uma construção coletiva e compartilhada por todos os envolvidos? Esse tema assim questionado ultrapassa a sala de aula e a escola. Adquire uma dimensão social mais ampla,

colocando na pauta da prática docente a construção coletiva e multicultural da própria sociedade, suas possibilidades e seus limites.

Também cabe aos professores refletirem, em cada circunstância de ensino, sobre o sentido e o significado das relações estabelecidas no contexto educativo, sobre a contribuição dos educandos nos conhecimentos desenvolvidos, sobre a participação dos estudantes na construção dos saberes coletivos e, também, sobre a produção de novos mundos e valores culturais. Essa postura docente diante do processo educativo reúne decisões políticas que envolvem relações de poder e que caracteriza a ação educativa como um ato dotado essencialmente de tomada de decisão política para além das decisões pedagógicas. Têm surgido algumas propostas que perseguem essa perspectiva, apontando posturas frente ao multiculturalismo presente no ambiente escolar. Considerando que o currículo não é uma construção inocente e neutra de trabalho pedagógico, no qual se transmite de forma desinteressada o conhecimento social, não se pode negligenciá-lo em políticas educativas que pretendem voltar-se para as características culturais dos sujeitos da aprendizagem a quem se direciona. E, nesse contexto, o trabalho com História da Ciência pode auxiliar, uma vez que a Astronomia é uma construção essencialmente humana. Assim como outras produções humanas, “[...] é parte de uma cultura maior, de um arcabouço de conhecimentos que dá significado à humanidade, que faz dela presente como elemento do mundo” (MOURA, 2012, p.57).

Muitas vezes entendida apenas como manifestações artísticas, tais como a pintura, a escultura, a música, o teatro, a cultura também se refere ao conjunto de particularidades de um povo, suas crenças, festas e lendas, conforme acima delineado, configurando-se como currículo. Trata-se de uma construção histórica e produto coletivo da humanidade e inclui todo o conhecimento de uma sociedade e os modos pelos quais é externado. “É uma dimensão dinâmica, criadora, ela mesma em processo, uma dimensão fundamental das sociedades contemporâneas” (SANTOS, 2010, p.50).

Zanetic (2009), ao destacar as relações existentes entre Física e Cultura, afirma que estas possibilitam um diálogo inteligente com o mundo, uma vez que instigam a curiosidade e despertam o sentimento de que o conhecimento pode levar a uma emancipação do ser humano. Para o autor, uma das maneiras de efetivar a aproximação entre Física e Cultura é a partir do estudo de elementos da História e Filosofia da Ciência: “[...] podemos dizer que a formação cultural de qualquer pessoa ficará enriquecida se o ensino de ciências levar em consideração elementos da história e filosofia da ciência, dos estudos sociais da ciência e do relacionamento desta com outras áreas do conhecimento” [...] (ZANETIC, 2009, p.288).

Na cultura tupi-guarani, por exemplo, as atividades de caça, pesca e lavoura estavam sujeitas a variações periódicas. Nasce, então, uma necessidade de compreender tais fenômenos de maneira a utilizá-los tendo em vista a sobrevivência da comunidade. Era preciso definir a época apropriada para cada uma das atividades de subsistência e esse calendário era obtido a partir da leitura do céu. Para essa cultura, o sol é o principal regulador da vida na Terra e tem grande significado religioso. Ademais, quando olhavam para o céu, percebiam a existência de uma regularidade nos movimentos das estrelas na esfera celeste e as utilizavam como calendário e orientação e, assim, as estrelas foram organizadas em certos grupos. As constelações podem, então, ser entendidas como agrupamentos de estrelas de maneira a formar figuras imaginárias (exemplos incluem a constelação da ema e da anta). Portanto, é natural que os objetos

identificados pelos indígenas estejam relacionados com sua realidade, suas práticas desenvolvidas ao longo do tempo por meio da interação entre si e com o ambiente (BATISTA, 2007).

Os iorubás, outra cultura trabalhada no curso a ser descrito, refere-se a uma das maiores etnias do continente africano em termos populacionais. Na verdade, o termo é aplicado a uma coleção de diversas populações ligadas entre si por uma língua comum de mesmo nome, além de uma mesma história e cultura. A maior parte dos iorubás vive na Nigéria, mais precisamente na região sudoeste do país, havendo também importantes comunidades presentes em Benim, Gana, Togo e Costa do Marfim. Devido ao tráfico de escravos, bastante ativo entre os séculos XV e XIX, muitos traços da cultura, língua, música e demais costumes foram disseminados por extensas regiões do continente americano, com destaque para Brasil: boa parte da população negra no país veio de terras iorubás e, conseqüentemente, seus conhecimentos sobre astronomia também se fizeram presentes (BOAVENTURA, 2007).

Como quase toda a cultura africana, o conhecimento dos iorubás foi muito atrelado a duas heranças científicas, a árabe muçulmana e a herança mediterrânea (WELLS, 1962). Para a determinação das estações do ano, utilizavam instrumentos astronômicos bem conhecidos de alguns povos da antiguidade, como o gnômon (MORAES, 2010). Outra grande contribuição dos iorubás na formação cultural de nosso povo foi a formação das religiões afro-brasileiras, como a umbanda e o candomblé, e a sua cosmogonia presente na mente de muito brasileiros (BOAVENTURA, 2007).

Dessa forma, o estudo das questões históricas e filosóficas da Ciência denota o quanto esta é atrelada às dimensões sociais e culturais da sociedade. A Astronomia, pois, se relaciona com a cultura porque são indissociáveis, uma vez que a construção do conhecimento científico - assim como a construção do conhecimento musical, artístico, filosófico, etc. - faz parte da atividade humana e das crenças nela embutidas (MOURA, 2012). Tais pressupostos estiveram presentes na estruturação de um dos encontros realizados durante o curso de extensão a ser relatado na seção seguinte.

4. Relações étnicas e a educação em Astronomia: relato de uma experiência

Uma política pública do Ministério da Educação que visa ao desenvolvimento contínuo da educação brasileira é a formação continuada de professores. Esta política é ressaltada em diversos editais de fomento, incluindo o Programa Nacional de Extensão Universitária (Proext). Trata-se da fonte de financiamento para a ação desenvolvida no *campus* Itapetininga do IFSP.

A ação foi desenvolvida sob o título "A Astronomia e a formação continuada de professores da região de Itapetininga/SP: uma proposta educacional e de inclusão digital e tecnológica". Tinha como objetivo o desenvolvimento de estratégias motivacionais para o aprimoramento da educação em Astronomia na educação básica, por meio de um curso de formação continuada voltado a professores da rede pública. Teve 100 horas de duração, sendo 60 horas presenciais (distribuídas em 12 encontros, sendo um por semana) e 40 horas à distância, as quais visavam ao desenvolvimento de habilidades quanto à utilização de *softwares* de simulação em Astronomia e o auto-estudo dos professores por meio das atividades desenvolvidas em um ambiente virtual de aprendizagem.

Participaram do curso 30 profissionais, dos quais 9 eram professores da rede estadual paulista em diferentes disciplinas (Biologia, Geografia, Ciências e Língua Portuguesa) e os demais eram engenheiros (4) que trabalhavam nas mais diversas áreas; estudantes do curso de licenciatura em Física do IFSP (7), jornalistas (2), profissionais de tecnologia da informação (2), turismo (3) e de outras áreas (3).

Para além das dimensões técnicas de uso destas ferramentas, havia a necessidade do mapeamento das concepções dos cursistas com relação à Astronomia, como uma construção cultural e patrimônio de um povo e, para tal, uma intervenção foi planejada e inserida no segundo encontro do curso, cujo eixo temático intitulou-se “Relações étnicas e ensino de História da Ciência”. Para tanto foram desenvolvidos dois questionários, disponibilizados no ambiente virtual de aprendizagem, e que foram aplicados antes e depois do referido encontro.

Considerando-se que o trabalho pedagógico com Astronomia possibilita a discussão acerca da contribuição dos diferentes povos no processo de construção desse conhecimento, vêm à tona oportunidades para a abordagem das relações étnico-raciais na educação em ciências. Conforme mencionado no tópico anterior, trata-se de uma política pública pensada mediante a ação conjunta de governo e sociedade civil organizada e configura-se como passo importante na afirmação da educação como direito universal, pois reitera o sentimento de pertencimento das crianças e adolescentes oriundos das mais diferentes etnias, que podem passar a vivenciar na instituição educacional práticas pedagógicas que apresentem mais sentido em suas vidas.

A partir das leis acima mencionadas, intenciona-se que os professores sejam motivados a observar e apropriar-se da riqueza que os diferentes povos que contribuem para a formação do país oferecem à ampliação dos conhecimentos escolares, em uma perspectiva multicultural.

Apesar de existirem trabalhos sobre as interpretações indígenas dos objetos celestes e que realizam transposições didáticas destas representações para a sociedade brasileira ocidentalizada, (AFONSO, 1999, 2006, 2008) ainda são poucos os trabalhos que procuram apresentar a riqueza deste material, bem como desenvolver ações em sala de aula.

Na ação de extensão aqui relatada, foi desenvolvida a seguinte proposta: antes de uma aula que apresentava algumas concepções de povos antigos (Egípcios, Gregos, Iorubás e Tupis-Guaranis) sobre a origem do Universo, foi elaborado um questionário no qual constavam cinco perguntas, sendo duas discursivas e três testes, respondidos por 10 participantes.

A intervenção apresentou dois momentos: no primeiro deles, de forma tradicional apresentou-se, como em livros didáticos, as cosmogonias dos Egípcios e Gregos; os Iorubás tinham sua cosmogonia retratada por meio de encenações teatrais e a mitologia Tupi um vídeo caseiro que contava uma das variações de um conto de criação. Esta sequência tinha como objetivo colocar em igualdade de condições todas as representações da origem do Universo. No segundo momento, era apresentada a importância do cuidado ao se apresentar textos que tratam ou citam História da Ciência e como eventuais erros históricos levantados em alguns livros didáticos possam ser trabalhados, deixando sempre de forma clara a importância da Ciência como um trabalho coletivo e humano. Esse momento da aula fundamentou-se em Martins (2008).

4.1 As percepções dos cursistas

O questionário prévio contemplava cinco questões, que suscitavam reflexões acerca de aspectos relevantes à observação do céu, o ensino de Astronomia em uma comunidade indígena, interdisciplinaridade História/Astronomia, concepções alternativas e temas transversais para o trabalho envolvendo Astronomia e as relações étnico-raciais. A opção por esses temas justifica-se pela busca de conhecer as concepções dos cursistas sobre os temas que seriam posteriormente trabalhados durante o encontro.

Na primeira questão, que solicitava a listagem de elementos importantes para observação do céu, oito respostas focalizaram, fundamentalmente, parâmetros físicos necessários à observação, a exemplo de horário, local, condições climáticas, temperatura e luminosidade. Duas respostas foram redigidas de forma genérica e destacaram, de modo especial, a motivação e a curiosidade propiciados pelas observações havendo articulação, em uma das respostas, com o tema que seria trabalhado durante a aula:

“A primeira coisa seria a curiosidade; estar aberto a novos conceitos; estar disposto a aprender sobre o Universo atual, sua história e as contribuições que essas observações possam trazer para a humanidade”. (H.A.)

Segundo Zanatti e Siqueira (2012), a Astronomia integra o cotidiano do ser humano e é determinada pela realidade material do ambiente sociocultural em que o homem se insere. Para os autores, a Astronomia não existe exclusivamente como ciência formal, na qual os conhecimentos são construídos no contexto escolar, mas também se faz presente nas mais diferentes atividades humanas. Por conseguinte, nessa Astronomia os conhecimentos são construídos por meio da necessidade de resolver problemas diários, em diversos setores.

Na pergunta seguinte solicitava-se que os cursistas se imaginassem em uma região agrícola com comunidades indígenas nas proximidades e um garoto dessa comunidade explicaria que as estrelas no céu são buracos nos quais os espíritos dos antepassados caíam. A partir da situação hipotética, que apresentava como objetivo a reflexão sobre as interfaces relações étnicas/concepções alternativas, buscava-se mapear o que seria possível trabalhar com o garoto a partir da situação. Os cursistas refletem sobre a possibilidade de que o menino retratado na situação seja indígena e, dessa forma, faz-se necessário considerar que a aldeia tem sua própria cultura e seu modo de se relacionar com o universo. Também destacam o respeito às crenças e a necessidade de aprender mais sobre elas, comparando-as com os conhecimentos atuais sobre o Universo e analisando-as conjuntamente, a exemplo do que responde A.V.:

“Esta forma de analisar o Céu abre precedentes para um estudo cultural e histórico da vida deste menino. Para explicar as versões mais bem aceitas na comunidade científica, (...) o professor também [precisa] explicar o contexto sociocultural em que estas versões foram ‘criadas’ e ‘aceitas’ e propor uma discussão sobre as semelhanças e diferenças nos conceitos”.

A esse respeito, Luna e Santos (2010) destacam que a cultura, os saberes da experiência, a dinâmica do cotidiano dos povos do campo raramente são tomados como referência para o trabalho pedagógico, bem como para organizar o sistema de ensino, a formação de professores e a produção de materiais didáticos.

Para Zanatti e Siqueira (2012), um dos princípios da Etnoastronomia é trazer para a sala de aula os conhecimentos sociais dos estudantes, de modo que a Astronomia tenha significado para o sujeito da aprendizagem. Dentro de uma abordagem tradicional, é recorrente a resolução de problemas artificiais, instrumentalizando os sujeitos da aprendizagem para a descoberta de respostas pré-determinadas, obtidas por meio de algoritmos e regras formais, cuja resolução é desenvolvida de forma mecânica.

A educação em Astronomia, nessa perspectiva, é desvinculada da vida do estudante, com a predominância de informações descontextualizadas (BRASIL, 1997). De acordo com os autores, são outros os enfoques que vêm sendo conferidos à educação em Astronomia, que não se atentam apenas para a importância desse conhecimento como ferramenta na solução de problemas imediatos, como também se preocupam com sua contribuição para a compreensão do mundo mais amplo.

Entre esses enfoques situa-se a etnoastronomia, que se apresenta como perspectiva para o currículo, considerando tratar-se de uma abordagem fundamentada nas conexões entre a cultura dos(as) estudantes e o conhecimento escolar, sendo este o foco das três questões seguintes. A primeira delas propunha, também em uma situação hipotética, a inserção do cursista em um projeto no qual seria necessário trabalhar com o professor de História. Frente aos temas listados, a questão solicitava que se respondesse qual(is) dos temas abaixo não seriam escolhidos para trabalhar o tema tolerância, explicando a resposta. a-) Escravidão, b-) Termodinâmica, c-) Constelações, d-) Cometas (Figura 1).

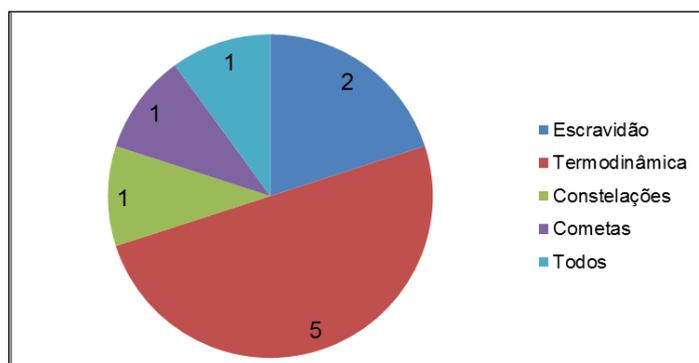


Figura 1 - respostas à Questão 3.

O número de respostas “termodinâmica” (5, em um total de 10) pode ser explicado pela consolidação que essa área apresenta dentro da ciência, bem como pela reduzida divulgação de interfaces dessa área com outras culturas. Um dos cursistas, M.R., justifica sua opção por essa alternativa da seguinte forma: “(...) *trata-se de um estudo puramente lógico e experimental*”.

Na pergunta 4, voltada à reflexão sobre o saber popular e o saber científico, questionava-se como a colocação de garrafas de água sobre o relógio de eletricidade ajuda a diminuir o valor da conta de energia elétrica. Em seguida, três alternativas eram

apresentadas (Figura 2), havendo cinco cursistas que optaram pela alternativa A. A questão também solicitava que a seleção de determinada alternativa fosse justificada:

a-) Mostrar ao aluno que esta conclusão é um mito e sendo assim não apresenta qualquer princípio científico.

b-) Procurar uma contraprova para mostrar ao aluno que não há influência da água sobre o leitor e derrubar este conceito.

c-) Mostrar um caso onde não há mudança da leitura do relógio, mesmo com a água, provando que tudo que é fora dos princípios científicos não explica os fenômenos naturais.

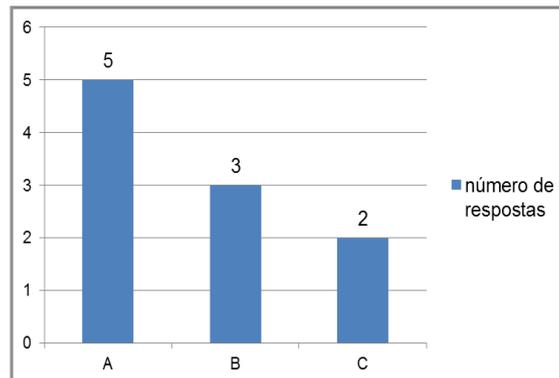


Figura 2 - respostas à Questão 4.

“Tendo o pensamento que a ciência precisa ser provada por experimento, entendo que esta contraprova seria de fato, uma prova em que vários relógios foram testados e refeitos várias vezes, todos com e sem a garrafa de água, para se tirar uma conclusão mais plausível e perto da realidade, se a garrafa com água interfere ou não no resultado da conta de água. Diferente da alternativa C que apresenta apenas um caso que não pode ser comparado com outro, sendo assim inválido para se aceitar como verdadeiro”. (D.H.)

Verifica-se, na justificativa de resposta acima transcrita, que a reflexão do cursista ainda vincula-se fortemente ao método científico como forma de construção desse conhecimento.

A quinta e última questão (Figura 3), também fundamentada em uma situação hipotética de sala de aula, abordava um trabalho com Histórias em Quadrinhos envolvendo a estória da “Guerra dos Titãs”. Solicitava-se qual(is) do(s) tema(s) abaixo NÃO pode(m) ser tratado(s) em uma aula com este material, incluindo a justificativa.

a-) Ética, b-) História, c) Cosmologia, d-) Filosofia.

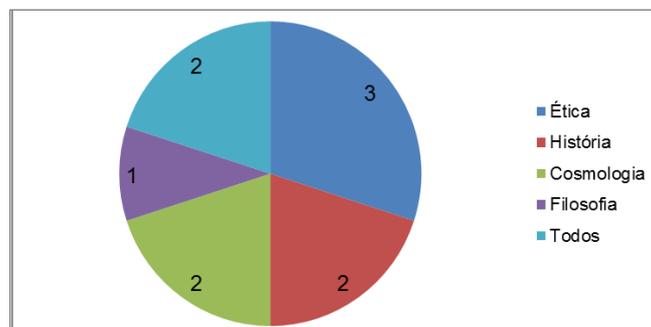


Figura 3 - respostas à Questão 5.

Ainda que haja certo equilíbrio no número de respostas, observa-se que “Ética” figura em maior número. Chamam a atenção as respostas sobre a impossibilidade do trabalho com História e Filosofia, a exemplo de J.S.: “*Seria a História porque ele é baseado em fatos e a guerra dos titãs é uma lenda*”.

Infere-se que tal frequência também se deva ao trabalho com as relações entre a mitologia e a Astronomia, trabalhadas no encontro anterior, bem como ao conhecimento anterior dos professores, que não associam o tema ética às guerras, constantes entre as figuras mitológicas e materializadas na história em quadrinhos aludida na questão.

O questionário posterior era composto por três perguntas objetivas, respondidas por 18 (dezoito) cursistas, via plataforma Moodle, em um período de até quatro dias após a aula. O gráfico relativo à Figura 4 indica o percentual de respostas para as perguntas realizadas no questionário posterior.

A escolha das questões abaixo transcritas foi feita balizada em dois princípios: A autoavaliação do conhecimento construído pelos cursistas após a exposição da temática tratada e a análise de quais conhecimentos foram assimilados, em especial a relação do cursista com as cosmogonias tratadas.

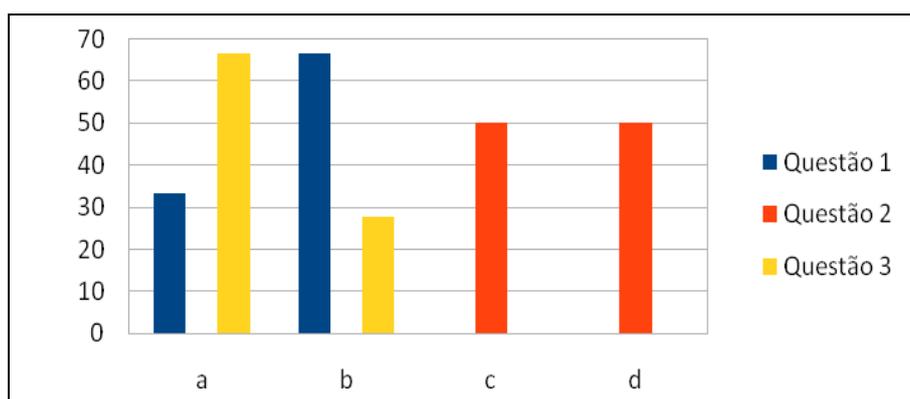


Figura 4 - Representação percentual da distribuição de respostas do questionário.

A primeira pergunta é abaixo transcrita:

Questão 1- O quanto a aula mudou sua concepção de observação celeste?

a-)Alterou completamente e me sinto mais seguro em tratar esses temas em aula. b-) Alterou relativamente, mas ainda não tenho muita segurança de tratar esses temas em aula. c-) Foi indiferente. d-) Não alterou em absolutamente nada e creio que não tratarei estes temas em minha aula.

Quanto à questão 1, os dados apontam que 33% afirmam ter pleno domínio do assunto, enquanto 67%, apesar de terem melhorado seu domínio sobre observação celeste, ainda não se sentiam seguros para ministrar tal tema. Sabendo-se que a Astronomia é uma ciência observacional (HALLIDAY, 2009), verifica-se como este tema, tendo uma visão ocidental ou nativa (do ponto de vista de povos indígenas e Iorubás), é de difícil tratamento tanto para profissionais da educação como para profissionais de qualquer outra área.

A questão 2 solicitava a percepção acerca da concepção dos cursistas sobre as cosmogonias nacionais após o desenvolvimento da aula: a-) Indiferente, já tinha domínio deste assunto. b-) Não foram alteradas, eu dominava este tema e minhas concepções são bem estabelecidas. c-) Muito intensamente, jamais tinha visto tal assunto e me interessei muito. d-) Bom, já tinha visto tal assunto e me aprofundi.

Referente à Questão 2, 50% dos pesquisados ainda não haviam discutido temas referentes às cosmogonias nacionais. Este resultado mostra como o trabalho desta temática é importante e ações de extensão neste sentido justificam-se.

Por fim, a questão 3 perguntava sobre o grau de autonomia no desenvolvimento de trabalhos interdisciplinares após a realização desse encontro.

a-) Muito intensamente. Acredito que poderei interagir mais produtivamente com colegas de outras áreas. b-) Bem. Já trabalhava de forma interdisciplinar com colegas de outras áreas, mas em outros temas. c-) Foi danoso. Meu domínio foi colocado em xeque. d-) Indiferente. Tenho dificuldade de entender estes temas em outra abordagem além da minha formação.

A discussão relativa à interdisciplinaridade, tendo em vista que o ensino de fenômenos naturais que ocorrem no céu envolve os elementos culturais dos sujeitos da aprendizagem, foi tratada na questão em tela: 67% dos pesquisados afirmaram ter sua capacidade de trabalho interdisciplinar alterada significativamente após a aula que tratou do tema da inclusão de visões diferentes na educação em Astronomia.

5. Reflexões (finais)?

Colocar em foco a diferença cultural, reconhecendo o direito a essa diferença, e a percepção dos efeitos positivos e enriquecedores que podem advir das interações culturais são posicionamentos e orientações teóricas relativamente recentes. É possível, então, perguntar: tais orientações já chegaram ao cotidiano do território das salas de aula? Embora os agentes educacionais sejam sensíveis a essa percepção, como todo processo de mudança, estão presentes grandes dificuldades de implementação no nível dos projetos educativos das escolas e das práticas de grande número de professores.

Na realidade, os educadores não têm conseguido, na proporção desejada, superar a tradição escolar que historicamente valorizou exclusivamente os produtos da cultura hegemônica. Não tem sido fácil estabelecer um rompimento com posturas cristalizadas pelo tempo e tornar presente, na cultura escolar, as vozes e os costumes que dela têm estado ausentes. Construir conhecimentos no ambiente curricular que seja de todos e, simultaneamente, de cada um dos grupos culturais presentes são desafios que se impõem à escola.

Percebemos que a diversidade dos cursistas e suas respectivas formações acadêmicas não direcionaram evidentes alterações entre as visões de mundo questionadas no primeiro instrumento de coleta de dados aplicado. A visão de um método científico definido em oposição a um processo humano e não linear, posicionamento trabalhado por autores que tratam do uso de História da Ciência em situações de ensino. Este resultado nos leva a refletir que a visão de mundo não

hegemônica ainda não é uma realidade dentro dos cursos de formação de professores e, igualmente, de graduação em geral.

Ações simples que valorizem elementos do cotidiano de nossas culturas nacionais apresentam-se de grande importância, uma vez que metade dos participantes alcançados pela ação ainda não havia discutido conteúdos acerca desta temática. Observou-se a permanência da dificuldade em tratar temas de Astronomia por um viés de outras culturas, manifestado por 67% dos entrevistados. Também verificou-se que os professores vivenciaram um movimento inicial de reflexão sobre as próprias concepções acerca do trabalho com as relações étnicas em sala de aula. Faz-se necessário, no entanto, acompanhá-los e fornecer suporte para o planejamento de sequências didáticas que valorizem a diversidade e suas inúmeras interfaces com a educação em Astronomia. Como desdobramentos, pretende-se continuar ações como esta, contextualizando o ensino de Ciências Exatas dentro da cultura dos povos nacionais.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos revisores da RELEA pelas suas valiosas contribuições ao artigo, ao Programa Nacional de Extensão Universitária (Proext) pelo apoio financeiro ao projeto, bem como ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – *campus* Itapetininga, pela disponibilização da infraestrutura física necessária ao desenvolvimento das atividades aqui relatadas.

Referências

AFONSO, G. B. Galileu e a Natureza dos Tupinambá. **Scientific American Brasil**, n.84, p.60-65, 2009.

AFONSO, G. B. Mitos e Estações no Céu Tupi-Guarani. **Scientific American Brasil**, v.14, p.46-55, 2006.

AFONSO, G. B.; BARROS, O.; CHAVES, A. e RODI, M.R. (Coords.). **O Céu dos Índios Tembé**. Universidade do Estado do Pará, 1999.

BATISTA, J. L. B. **O céu tupi-guarani**. São Carlos: Universidade de São Paulo. 2007. 27 slides: color. Slides gerados a partir do *software* Power Point.

BERNSTEIN, B. **A estruturação do discurso pedagógico**: classe, códigos e controle. Petrópolis: Vozes, 1996. (Trad. Tomaz Tadeu da Silva e Luís Fernando Pereira).

BOAVENTURA, J. S. Negritude e Experiência de Deus. **Teocomunicações**, v.37, p.203-222, 2007.

BRASIL. **Lei nº 10.639, de 9 de janeiro de 2003**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para

incluir no currículo oficial da Rede de Ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira", e dá outras providências. Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/2003/L10.639.htm>. Acesso em 22 fev. 2014.

BRASIL. **Lei nº 11.645, de 10 de março de 2008**. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, modificada pela Lei no 10.639, de 9 de janeiro de 2003, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para incluir no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática "História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena". Disponível em <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2008/lei/111645.htm>. Acesso em 22 fev. 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências - 3º e 4º ciclos**. Brasília: 1997.

BRASIL. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Introdução aos Parâmetros Curriculares Nacionais**. Brasília: MEC/SEF, 1997.

FORQUIN, J. C. **Escola e Cultura: As bases sociais e epistemológicas do conhecimento escolar**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1993.

GIROUX, H. **Os professores como intelectuais**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997.

LUNA, S. S.; SANTOS, E. M. A Etnomatemática presente na produção de selas da cidade de Cachoeirinha - PE. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ENSINO DE MATEMÁTICA, 4., 2010, Canoas(RS). **Anais...**, Canoas(RS), 2010. 5 p.

MARTINS, R. A. A herança de Sacrobosco e seus comentadores: desenvolvimentos e erros na astronomia geocêntrica do século XVI. p. 373-382. In: MARTINS, R. A.; SILVA, C. C.; FERREIRA, J. M. H.; MARTINS, L. A. Pereira (orgs.). **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul**. Seleção de Trabalhos do 5º Encontro. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2008.

MORAIS, A. M. A. **Gravitação & Cosmologia: Uma introdução**. Livraria da Física: São Paulo, 2010.

MOURA, B. A. **Formação crítico-transformadora de professores de Física: uma proposta a partir da História da Ciência**. 310 p. 2012. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências – modalidade Física). Faculdade de Educação/Instituto de Física/Instituto de Química/Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

PENA, F. L. A. Sobre a presença do Projeto Harvard no sistema educacional brasileiro. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.34, n.1, 2012.

SACRISTÁN, J. G. **O Currículo: Uma Reflexão sobre a Prática**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

SANTOS, J. L. **O que é Cultura?** São Paulo: Brasiliense, 2010.

SILVA, T. T. **Documentos de Identidade**: Uma introdução às teorias do currículo. Belo Horizonte: Autêntica, 1999.

WELLS, H. G. **História Universal**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1962. v.1. Trad. Anísio Teixeira.

ZANATTI, A.W.; SIQUEIRA, J. F. R. Etnoastronomia: um resgate das culturas africana e indígena. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 2., 2012, São Paulo(SP). **Anais...**, São Paulo (SP), 2012. 12 p.

ZANETIC, J. Física ainda é cultura!. In: MARTINS, A. F. **Física ainda é Cultura?** São Paulo: Livraria da Física, 2009.