



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 19, 2015

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/UFMG)

Assistente de Editoração

Walison Aparecido de Oliveira (UFSCar)

Auxiliar de Editoração

Lucas da Silva dos Santos (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. 19, (2015). - São Carlos (SP): UFSCar, 2015.

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 nono número da *Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia* (RELEA) é significativo por vários motivos.

Recentemente a RELEA passou a ser indexada no *The SAO/NASA Astrophysics Data System* (ADS) e no Google Acadêmico, o que deverá contribuir para a divulgação e a consolidação da publicação. Agradecemos mais uma vez ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira por mais esta realização.

Informamos ainda que as Atas do III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA) estarão disponíveis em breve no site: <<http://www.sab-astro.org.br/IIISNEA>>. Também os conteúdos dos sites e Atas dos I e II SNEAs serão transferidos para o site da SAB, unificando, desta forma, o sistema.

Neste número contamos com seis artigos:

Análise de experimentos desenvolvidos em um curso de astronomia para alunos do ensino médio, de Ricardo Meloni Martins Rosado e Aline Tiara Mota. Este texto apresenta algumas atividades experimentais realizadas em um curso de extensão de Astronomia aplicado a alunos do Ensino Médio de escolas em uma cidade do interior de Minas Gerais. São discutidas sete atividades e feitas sugestões que podem ser úteis para professores.

O tamanho dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática, de Marcos Antônio Paz Macedo e Micaías Andrade Rodrigues. Este artigo investigou a compreensão de alunos do Ensino Fundamental, em uma turma multisseriada com 22 alunos do 5º ao 9º ano, sobre as dimensões dos astros do Sistema Solar e as distâncias entre estes. Após ser aplicado um pré-teste na forma de questionário, o conteúdo foi explicado e realizada uma oficina, na qual os alunos construíram representações dos planetas, de Plutão e do Sol, em escala, utilizando materiais acessíveis. Por fim, o questionário foi novamente respondido e o resultado mostrou que houve um avanço significativo na compreensão dos conteúdos abordados.

Ciência nas escolas: observação e análise de um eclipse solar parcial, de Leonardo Barbosa Torres dos Santos, Everaldo Faustino dos Santos e Leonardo Oliveira das Neves. O objetivo deste trabalho é estimular a observação de eclipses solares com finalidade didática. A partir de registros fotográficos obtidos pelos estudantes, pela análise das imagens podem ser determinados parâmetros dos eventos e os resultados comparados com previsões. Também são feitas descrições da metodologia e dos recursos empregados nas observações.

Astronomia cultural nos ensinamentos fundamental e médio, de Luiz Carlos Jafelice. Este trabalho se destina a pedagogos e professores de várias disciplinas e discute a importância da adoção da perspectiva antropológica para conteúdos de astronomia. Ele traz propostas de práticas para introdução da astronomia cultural na educação básica formal ou não formal. Também são sugeridas práticas para a inclusão de conteúdos das culturas indígenas e afrodescendentes brasileiras no currículo. Proposta no contexto de uma educação ambiental holística e transdisciplinar, esta abordagem valoriza o vivenciar e visa uma educação humanística, acolhedora de diversidades epistemológicas e culturais.

O mapa conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de temas da astronomia, de Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira e Conceição Aparecida Soares Mendonça. Este artigo apresenta os resultados de uma investigação sobre o uso do Mapa Conceitual (MC) como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos astronômicos com alunos do Ensino Fundamental. A metodologia para obtenção e tratamento dos dados recebeu um tratamento quantitativo e qualitativo. Na parte quantitativa, um grupo controle e um grupo experimental (que utilizou o MC) foram avaliados no início e final do processo e o desempenho dos grupos é apresentado em um estudo descritivo e analítico. Na abordagem qualitativa, os MCs foram interpretados a partir da estruturação e dos significados atribuídos e compartilhados pelos alunos. Os resultados demonstraram que o MC fez diferença na aprendizagem conceitual e nas habilidades determinadas pelos indicadores de aprendizagem.

A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos, de Flávia Polati Ferreira e Cristina Leite. Neste trabalho é apresentada uma pesquisa sobre as percepções de professores acerca das relações entre o conhecimento oriundo da observação e os modelos científicos sobre os temas “forma e movimentos da Terra”. Os dados analisados foram obtidos durante um curso para professores de São Paulo, estruturada a partir da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos e ideias de Paulo Freire. Os resultados indicam que uma pequena parte dos professores parece compreender as relações de “contradição aparente” e “limitação” fazendo o uso de conceitos da espacialidade e muitos argumentaram essas relações com base apenas em frases vagas ou “chavões”. As dificuldades dos professores em relacionar a observação com os modelos indicam uma necessidade de abordar a observação astronômica na formação de professores.

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

Agradecemos aos Srs. Walison Aparecido de Oliveira e Lucas da Silva dos Santos pela editoração dos artigos, aos editores associados, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

This nineteenth number of the Latin American Journal of Astronomy Education (RELEA) is significant for several reasons.

Recently, the RELEA has been indexed in The SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS) and in Google Scholar, facts which should contribute to the divulgation and consolidation of the journal. We thank again Mr. Walison Aparecido de Oliveira for this achievement.

We also inform that the Proceedings of the *III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia* (III SNEA) will be available soon in the site: <<http://www.sab-astro.org.br/IIISNEA>>. The contents of the sites and the Proceedings of the I and II SNEAs will be transferred to the site of the SAB, in this way unifying the whole system.

In the present number we feature six articles:

Applying experiments designed to an extension course in astronomy for high school students (Análise de experimentos desenvolvidos em um curso de astronomia para alunos do ensino médio), by Ricardo Meloni Martins Rosado and Aline Tiara Mota. This text discusses some experimental activities performed at an extension astronomy course for high school students of a city in Minas Gerais state, Brazil. The activities are described and some suggestions of utility for professors made.

Size of the planets, Pluto and the sun and the distances between them: students' understanding and low-cost educational workshop to elaborate this topic (O tamanho dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática), by Marcos Antônio Paz Macedo and Micaías Andrade Rodrigues. This article investigated the understanding of the students the Elementary school of the dimensions and distances between Solar System bodies in a class of 22 students from 5th to 9th grade. After a previous test in the form of a questionnaire, a workshop explaining these subject was held in which the students made a model of Pluto, the planets and the Sun using simple materials. Finally, the questionnaire was applied again and it revealed a significant improvement in the understanding of the contents.

Science at schools: observation and analysis of a partial solar eclipse (Ciência nas escolas: observação e análise de um eclipse solar parcial), by Leonardo Barbosa Torres dos Santos, Everaldo Faustino dos Santos and Leonardo Oliveira das Neves. The aim of this work is to stimulate the observation of solar eclipses with didactic purposes. From the photographic registers of the students, the eclipse parameters were determined analyzing the images and the results compared to the predictions. Descriptions of the methodology and resources employed in the observations are also made.

Cultural astronomy in elementary and secondary school (Astronomia cultural nos ensinos fundamental e médio), by Luiz Carlos Jafelice. This work is targeted to professors and educators of several disciplines and discusses the importance of adopting an anthropological perspective when dealing with astronomy contents. It contains proposals to introduce cultural astronomy in the Elementary school and non-formal spaces. Practical suggestion to introduce the contents of indigenous and african-brazilian contents in the curricula are given. This proposal is made in the general context of holistic and

transdisciplinary ambient education, and prioritizes the experience within a holistic and humanistic education, ample enough to embrace epistemological and cultural diversities.

The concept maps as a didactic resource tool of meaningful learning in astronomy themes (O mapa conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de temas da astronomia), by Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira and Conceição Aparecida Soares Mendonça. This article describes the results of an investigation of the use of the concept map (CM) as a didactic resource to improve the significant learning of astronomical concepts for Elementary school students. The methodology for the gathering and handling of data received a quantitative and qualitative treatment. In the quantitative aspect a control group and an experimental group (the latter using the CM) were evaluated at the beginning and end of the process and the performance of the groups discussed in a descriptive and analytic way. In the qualitative approach, the CM were interpreted from the point of view of the meaning shared and attributed by students. The results show that the CM makes a difference in the conceptual learning and abilities measured by the learning parameters.

The Earth's shape and movements: teachers' perception of the relations between daily observation and scientific models (A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos), by Flávia Polati Ferreira and Cristina Leite. In this work, an investigation about the perceptions of professors between empirical data and scientific models related to the shape and motions of the Earth are presented. The data was obtained during a teacher's course held in São Paulo city, and referred to the Three Pedagogical Moments and related ideas of Paulo Freire. The results show that only a small fraction of the professors seems to understand the relations between "apparent contradiction" and "limitation" using spatiality concepts, and many of them argued these relations based on vague speeches and "buzzwords". The difficulties of the professors to relate the observations with models indicate the need to include astronomical observation in their formation graduate courses.

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 and Mr. Lucas da Silva dos Santos for their work editing the articles. We also thank the associate editors, authors, referees and all those who directly or indirectly helped us in continuing this initiative and, in particular, in the preparation of this edition.

Editors
Paulo S. Bretones
Luiz C. Jafelice
Jorge E. Horvath

Editorial

Este decimonoveno número de la Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA) es significativo por varios motivos.

Recientemente la RELEA pasó a ser indexada en el The SAO/NASA Astrophysics Data System (ADS) y en el Google Académico, lo cual deberá contribuir para la divulgación y la consolidación de la publicación. Agradecemos una vez más al Sr. Walison Aparecido de Oliveira por esta realización.

Informamos también que las Actas del III Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (III SNEA) estarán disponibles dentro de poco en el site: <<http://www.sab-astro.org.br/IIISNEA>>. También los contenidos de los sites y Actas de los I y II SNEAs serán transferidos al site de la SAB, unificando así el sistema.

En este número contamos con seis artículos:

Análisis de experimentos desarrollados en un curso de astronomía para alumnos de la escuela secundaria (Análise de experimentos desenvolvidos em um curso de astronomia para alunos do ensino médio), de Ricardo Meloni Martins Rosado y Aline Tiara Mota. Este texto presenta algunas actividades experimentales realizadas en un curso de extensión de Astronomía aplicado a los alumnos de la Enseñanza Media de escuelas en una ciudad del interior de Minas Gerais. Son discutidas siete actividades y se hacen sugerencias que pueden ser útiles para los profesores de ese nivel.

El tamaño de los planetas, Plutón y el sol y las distancias entre ellos: comprensión de los alumnos y taller educativo de bajo costo para trabajar este tema (O tamanho dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre estes: compreensão dos alunos e oficina pedagógica de baixo custo para trabalhar esta temática), de Marcos Antônio Paz Macedo y Micaías Andrade Rodrigues. Este artículo investigó la comprensión de los alumnos del Ciclo Fundamental, en un grupo único con 22 alumnos de 5° al 9° año, sobre las dimensiones de los astros del Sistema Solar y las distancias entre ellos. Después de ser aplicado un pre-test en forma de cuestionario, el contenido fue explicado y se realizó un taller, en el cual los alumnos construyeron representaciones de los planetas, de Plutón y del Sol, en escala, utilizando materiales accesibles. Finalmente, el cuestionario fue nuevamente respondido y el resultado mostró que hubo un avance significativo en la comprensión de los contenidos tratados.

Ciencia en las escuelas: observación y análisis de un eclipse solar parcial (Ciência nas escolas: observação e análise de um eclipse solar parcial), de Leonardo Barbosa Torres dos Santos, Everaldo Faustino dos Santos y Leonardo Oliveira das Neves. El objetivo de este trabajo es el de estimular la observación de eclipses solares con finalidades didácticas. A partir de registros fotográficos obtenidos por los estudiantes, del análisis de las imágenes pueden ser determinados los parámetros de los eventos y los resultados comparados con las previsiones. También se presentan descripciones de la metodología y de los recursos empleados en las observaciones.

Astronomía cultural en la enseñanza primaria y secundaria (Astronomia cultural nos ensinos fundamental e médio), de Luiz Carlos Jafelice. Este trabajo se destina a pedagogos y profesores de varias disciplinas y discute la importancia de la adopción de la perspectiva antropológica para los contenidos de astronomía. Trae propuestas de prácticas para la

introducción de la astronomía cultural en la educación básica formal o informal. También se sugieren prácticas para la inclusión de contenidos de las culturas indígenas y afrodescendientes brasileras en el curriculum. Propuesto en el contexto de una educación ambiental holística y transdisciplinar, este enfoque valoriza el vivenciar y pretende una educación humanística, acogedora de diversidades epistemológicas y culturales.

El mapa conceptual como un recurso didáctico facilitador del aprendizaje significativo en temas de la astronomía (O mapa conceitual como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de temas da astronomia), de Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira y Conceição Aparecida Soares Mendonça. Este artículo presenta los resultados de una investigación sobre el uso del Mapa Conceitual (MC) como recurso didáctico facilitador del aprendizaje significativo de conceptos astronómicos con alumnos del Ciclo Fundamental. La metodología utilizada para la obtención y tratamiento de los datos recibió un tratamiento cuantitativo y cualitativo. En la parte cuantitativa, un grupo de control y un grupo experimental (que utilizó el MC) fueron evaluados al inicio y al final del proceso, el desempeño de los grupos es presentado en un estudio descriptivo y analítico. En el enfoque cualitativo, los MCs fueron interpretados a partir de la estructuración y de los significados atribuidos y compartidos por los alumnos. Los resultados demostraron que el MC hizo diferencia en el aprendizaje conceptual y en las habilidades determinadas por los indicadores del aprendizaje.

La forma y los movimientos de la Tierra: percepción de profesores acerca de las relaciones entre observación cotidiana y modelos científicos (A forma e os movimentos da Terra: percepções de professores acerca das relações entre observação cotidiana e os modelos científicos), de Flávia Polati Ferreira y Cristina Leite. En este trabajo se presenta una investigación sobre las percepciones de los profesores acerca de las relaciones entre el conocimiento oriundo de la observación y los modelos científicos sobre los temas “forma y movimientos de la Tierra”. Los datos analizados fueron obtenidos durante un curso para profesores de São Paulo, estructurada a partir de la dinámica de los Tres Momentos Pedagógicos e ideas de Paulo Freire. Los resultados indican que sólo una pequeña parte de los profesores parece comprender las relaciones de “contradicción aparente” y “limitación” haciendo uso de conceptos de espacialidad, y muchos argumentaron esas relaciones con base en frases vagas o “máximas”. Las dificultades de los profesores en relacionar la observación con los modelos indican una necesidad de abordar la observación astronómica en la formación de profesores.

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

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y Lucas da Silva dos Santos por la editoración de los artículos, a los editores asociados, a los autores, los árbitros y a todos aquellos quienes, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

- 1. ANÁLISE DE EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS EM UM CURSO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**
Ricardo Meloni Martins Rosado / Aline Tiara Mota _____ 7
- 2. O TAMANHO DOS PLANETAS, DE PLUTÃO E DO SOL E AS DISTÂNCIAS ENTRE ESTES: COMPREENSÃO DOS ALUNOS E OFICINA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO PARA TRABALHAR ESTA TEMÁTICA**
Marcos Antônio Paz Macedo / Micaías Andrade Rodrigues _____ 23
- 3. CIÊNCIA NAS ESCOLAS: OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE UM ECLIPSE SOLAR PARCIAL**
Leonardo Barbosa Torres dos Santos / Everaldo Faustino dos Santos / Leonardo Oliveira das Neves _____ 43
- 4. ASTRONOMIA CULTURAL NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO**
Luiz Carlos Jafelice _____ 57
- 5. O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE TEMAS DA ASTRONOMIA**
Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira / Conceição Aparecida Soares Mendonça _____ 93
- 6. A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO COTIDIANA E OS MODELOS CIENTÍFICOS**
Flávia Polati Ferreira / Cristina Leite _____ 123

CONTENTS

1. **ANÁLISE DE EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS EM UM CURSO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO**
APPLYING EXPERIMENTS DESIGNED TO AN EXTENSION COURSE IN ASTRONOMY FOR HIGH SCHOOL STUDENTS
Ricardo Meloni Martins Rosado / Aline Tiara Mota _____ 7

2. **O TAMANHO DOS PLANETAS, DE PLUTÃO E DO SOL E AS DISTÂNCIAS ENTRE ESTES: COMPREENSÃO DOS ALUNOS E OFICINA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO PARA TRABALHAR ESTA TEMÁTICA**
SIZE OF THE PLANETS, PLUTO AND THE SUN AND THE DISTANCES BETWEEN THEM: STUDENTS' UNDERSTANDING AND LOW-COST EDUCATIONAL WORKSHOP TO ELABORATE THIS TOPIC
Marcos Antônio Paz Macedo / Micaías Andrade Rodrigues _____ 23

3. **CIÊNCIA NAS ESCOLAS: OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE UM ECLIPSE SOLAR PARCIAL**
SCIENCE AT SCHOOLS: OBSERVATION AND ANALYSIS OF A PARTIAL SOLAR ECLIPSE
Leonardo Barbosa Torres dos Santos / Everaldo Faustino dos Santos / Leonardo Oliveira das Neves _____ 43

4. **ASTRONOMIA CULTURAL NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO**
CULTURAL ASTRONOMY IN ELEMENTARY AND SECONDARY SCHOOL
Luiz Carlos Jafelice _____ 57

5. **O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE TEMAS DA ASTRONOMIA**
THE CONCEPT MAPS AS A DIDACTIC RESOURCE TOOL OF MEANINGFUL LEARNING IN ASTRONOMY THEMES
Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira / Conceição Aparecida Soares Mendonça _____ 93

6. A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO COTIDIANA E OS MODELOS CIENTÍFICOS

THE EARTH'S SHAPE AND MOVEMENTS: TEACHERS' PERCEPTION OF THE RELATIONS BETWEEN DAILY OBSERVATION AND SCIENTIFIC MODELS

Flávia Polati Ferreira / Cristina Leite _____ 123

SUMARIO

1. ANÁLISE DE EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS EM UM CURSO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS DESARROLLADOS EN UN CURSO DE ASTRONOMÍA PARA ALUMNOS DE LA ESCUELA SECUNDARIA

Ricardo Meloni Martins Rosado / Aline Tiara Mota _____ 7

2. O TAMANHO DOS PLANETAS, DE PLUTÃO E DO SOL E AS DISTÂNCIAS ENTRE ESTES: COMPREENSÃO DOS ALUNOS E OFICINA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO PARA TRABALHAR ESTA TEMÁTICA

EL TAMAÑO DE LOS PLANETAS, PLUTÓN Y EL SOL Y LAS DISTANCIAS ENTRE ELLOS: COMPRENSIÓN DE LOS ALUMNOS Y TALLER EDUCATIVO DE BAJO COSTO PARA TRABAJAR ESTE TEMA

Marcos Antônio Paz Macedo / Micaías Andrade Rodrigues _____ 23

3. CIÊNCIA NAS ESCOLAS: OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE UM ECLIPSE SOLAR PARCIAL

CIENCIA EN LAS ESCUELAS: OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE UN ECLIPSE SOLAR PARCIAL

Leonardo Barbosa Torres dos Santos / Everaldo Faustino dos Santos / Leonardo Oliveira das Neves _____ 43

4. ASTRONOMIA CULTURAL NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO

ASTRONOMÍA CULTURAL EN LA ENSEÑANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA

Luiz Carlos Jafelice _____ 57

5. O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE TEMAS DA ASTRONOMIA

EL MAPA CONCEPTUAL COMO UN RECURSO DIDÁCTICO FACILITADOR DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN TEMAS DE LA ASTRONOMÍA

Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira / Conceição Aparecida Soares Mendonça _____ 93

6. A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO COTIDIANA E OS MODELOS CIENTÍFICOS

LA FORMA Y LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA: PERCEPCIÓN DE PROFESORES ACERCA DE LAS RELACIONES ENTRE OBSERVACIÓN COTIDIANA Y MODELOS CIENTÍFICOS

Flávia Polati Ferreira / Cristina Leite _____ 123

ANÁLISE DE EXPERIMENTOS DESENVOLVIDOS EM UM CURSO DE ASTRONOMIA PARA ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Ricardo Meloni Martins Rosado ¹
Aline Tiara Mota ²

Resumo: Este texto apresenta algumas atividades experimentais realizadas em um curso de extensão de Astronomia aplicado a alunos do Ensino Médio de escolas públicas e privadas em uma cidade do interior de Minas Gerais. Foram realizadas várias atividades, dentre as quais se escolheram sete, que são descritas aqui, em forma de relato, com as impressões dos instrutores do curso. Em seguida, são feitas algumas sugestões de aplicação que possam ser úteis para outros professores.

Palavras-chave: Ensino de Física; Astronomia; Curso de Extensão; Experimentos.

ANÁLISIS DE EXPERIMENTOS DESARROLLADOS EN UN CURSO DE ASTRONOMÍA PARA ALUMNOS DE LA ESCUELA SECUNDARIA

Resumen: Este artículo presenta algunas actividades experimentales llevadas a cabo en un curso de extensión de Astronomía, aplicado a los estudiantes de la escuela secundaria en escuelas públicas y privadas de una ciudad del interior de Minas Gerais. Fueron realizadas varias actividades, de las cuales se escogieron siete que son descritas aquí con los puntos de vista de los instructores del curso. A continuación se hacen algunas sugerencias de aplicación que pueden ser útiles para otros profesores.

Palabras clave: Enseñanza de Física; Astronomía; Curso de Extensión; Experimentos.

APPLYING EXPERIMENTS DESIGNED TO AN EXTENSION COURSE IN ASTRONOMY FOR HIGH SCHOOL STUDENTS

Abstract: This paper presents some experimental activities conducted in an extension course in Astronomy applied to high school students from public and private schools in a town located in the state of Minas Gerais. Seven activities were chosen, among others, to report the impressions of the authors. Some suggestions of application that may be helpful to others teachers are also made.

Keywords: Teaching of Physics; Astronomy; Extension Course; Experiments.

1. Introdução

Este texto tem como objetivo descrever algumas atividades experimentais de um curso de extensão em Astronomia para alunos do Ensino Médio que teve três edições realizadas na Universidade Federal de Itajubá. O curso foi oferecido semestralmente entre agosto de 2005 e dezembro de 2006 para alunos de escolas públicas e privadas da região que tinham interesse em dele participar. Não houve cobrança de nenhuma taxa dos alunos além da inscrição, necessária para a impressão de certificados reconhecidos

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP) – *campus* Sertãozinho, Brasil. E-mail: <ricardo.meloni@ifsp.edu.br>.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro (IFRJ) – *campus* Volta Redonda, Brasil. E-mail: <aline.mota@ifrj.edu.br>.

pela própria Universidade. Maiores detalhes sobre este curso podem ser encontrados em Mota, Bonomini e Rosado (2009).

Enquanto no artigo citado, foram mencionados principalmente aspectos necessários para a criação do curso e resultados de sua primeira edição, este artigo irá explorar principalmente as atividades experimentais que foram desenvolvidas nas edições posteriores.

O primeiro passo para a elaboração das atividades experimentais foi a escolha de temas relevantes no âmbito da Astronomia que contemplassem diretamente conceitos de Física. Dessa forma, optou-se por criar uma apostila que serviu de base para a inserção das atividades experimentais, ou seja, a partir dos assuntos escolhidos, os experimentos eram apresentados de forma contextualizada.

2. Planejamento do Curso

O primeiro passo para a elaboração das atividades experimentais foi a escolha de temas relevantes no âmbito da Astronomia que contemplassem diretamente conceitos de Física. Dessa forma, optou-se por criar uma apostila que serviu de base para a inserção das atividades experimentais, ou seja, a partir dos assuntos escolhidos, os experimentos eram apresentados de forma contextualizada.

2.1 Criação do material do curso

Ainda na primeira fase, foi criada uma apostila que teve como objetivo o relato das evoluções astronômicas, utilizando uma linguagem mais acessível ao aluno do ensino médio. A apostila procurou enfatizar aspectos históricos, com um pequeno grau de demonstrações matemáticas. Isto porque se desejou tornar a leitura agradável e fluente, contribuindo para que a familiarização do aluno ocorresse mais facilmente. Com base no processo descrito na apostila, que oferecia uma oportunidade de contextualização, as demonstrações e curiosidades sobre as equações da física eram discutidas no quadro, passo a passo, com ferramental matemático adequado ao nível de conhecimento do aluno.

Para esta nova edição, foi elaborada uma nova apostila esquematizada através de “unidades”, cada uma discutindo um modelo de universo e sua contextualização histórica. Cada unidade continha algumas informações sobre a vida do cientista/astrônomo e o modelo defendido por ele.

Uma grande preocupação nesta etapa da produção da apostila foi a linguagem a ser utilizada. O objetivo do texto era descrever os modelos com clareza, porém com linguagem acessível a um aluno do Ensino Médio. Naturalmente, o uso de fórmulas e demonstrações matemáticas foi mínimo, tornando a leitura mais fluente e prazerosa incentivando o pensamento crítico e o entendimento conceitual do modelo. Evidentemente, o uso da matemática é fundamental para a compreensão do modelo físico, mas em função do público alvo (alunos de Ensino Médio) e dos objetivos do curso, que eram de apresentar conceitos físicos, optou-se por reduzi-la. Acreditava-se que, com isto, aqueles alunos que possuísem certo grau de dificuldade no entendimento matemático, pudessem compreender os modelos em sua forma mais básica. Com essas

bases seria possível desenvolver as habilidades do cálculo posteriormente, com as demonstrações feitas no quadro e com a participação mais ativa dos alunos.

Com essas considerações, o texto seguiu um padrão que apresentava o momento histórico, em seguida os motivos que levaram a elaboração do modelo e, se fosse o caso, a apresentação do modelo geométrico e suas equações principais. Para finalizar cada unidade, foram propostas algumas questões, intituladas “para pensar um pouco”. Essas questões versavam sobre a opinião do aluno a respeito do modelo que estava estudando. Assim era possível avaliar como o conhecimento inicial que eles tinham sobre o assunto foi se modificando ao longo do estudo do modelo.

Por meio da compreensão dos modelos de Universo foi possível discutir vários tópicos sobre Mecânica, no que se refere aos conceitos de força, conservação da quantidade de movimento, movimento circular uniforme, leis de Newton, bem como as equações do movimento uniforme e uniformemente variado. As leis de Kepler também puderam ser exploradas, assim como algumas propriedades da elipse.

2.2 Produção de Roteiros e Atividades Experimentais

Para entender como o processo científico toma como base os dados empíricos, foram realizadas algumas atividades experimentais. Foi proposta uma atividade de observação do céu e outras sobre fenômenos físicos relacionados aos modelos discutidos.

Atividade 1: Elevação e Distância Zenital

A primeira atividade prática proposta foi a observação do movimento aparente das estrelas no céu. Essa atividade foi intitulada “Elevação e Distância Zenital de uma Estrela”.

O aluno escolheu a estrela mais fácil de ser visualizada e acompanhou de hora em hora sua posição no céu, anotando sua elevação (que é o ângulo que a estrela faz com o plano do horizonte) e sua distância zenital (que é o complemento da elevação, isto é, 90° menos a elevação). Os conceitos de elevação e distância zenital já haviam sido discutidos em sala. Após observar este movimento, o aluno tinha em mãos os ângulos necessários para construir um gráfico que mostrava o comportamento da estrela ao longo de sua observação.

Para realizar as medidas, os alunos construíram um sextante de baixo custo, composto por um transferidor, caneta, contrapeso e fio de costura. Ao realizarem a observação, apontavam a caneta na direção da estrela a ser observada, que funcionava como mira. O posicionamento da linha, indicado na Figura 1, coincide inicialmente com o ângulo de 90° . Ao apontar para a estrela escolhida, o transferidor gira, levando a linha para outro ângulo. A diferença entre estes ângulos corresponde à elevação.



Figura 1 - Sextante.

Atividade 2: Movimento de Marte

A segunda atividade proposta referiu-se à observação do planeta Marte, porém desta vez foi preciso simular seu movimento. A intenção desta atividade era demonstrar o “estranho” movimento daquele planeta, que pode ser explicado de maneira simples pela Teoria Heliocêntrica³. Foi uma ótima oportunidade para comentar mais uma vez sobre a natureza da Ciência e a validade dos modelos científicos.

Para simular o movimento anual de Marte, foi utilizado um programa gratuito chamado WinStars⁴, cuja tela inicial está na Figura 2:

³ A Teoria Heliocêntrica existe desde a Grécia Antiga. Alguns astrônomos, como Aristarco, propunham o Sol como sendo o centro do Universo. Mas somente séculos mais tarde, com Copérnico, essa teoria ganhou uma formalização mais adequada, e ainda passou por várias modificações até ser aceita pela Comunidade Científica.

⁴ O programa é um software livre e pode ser encontrado em <http://www.winstars.net>. Acesso em 24/02/2015.

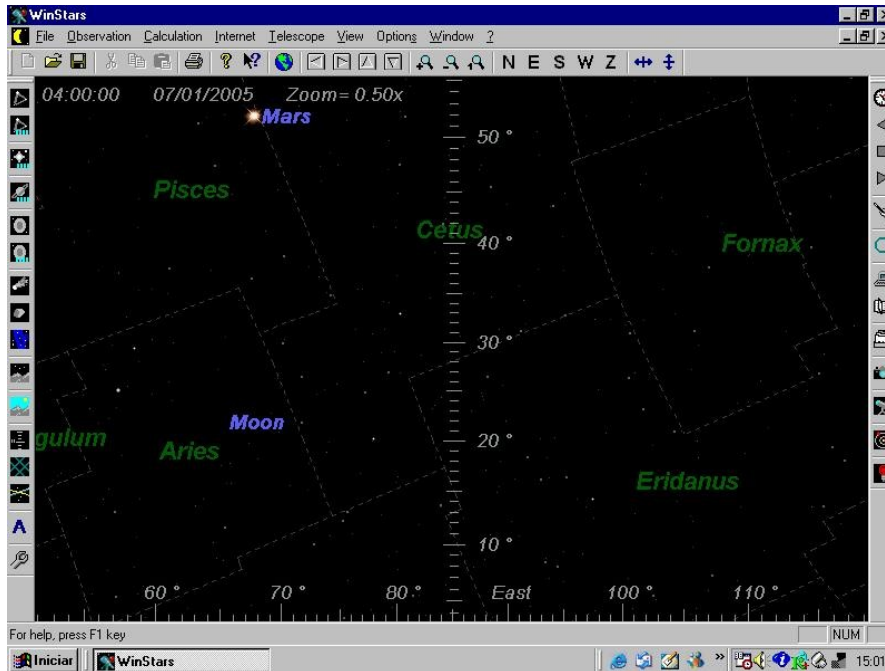


Figura 2 - Tela Inicial do Winstars.

A atividade pôde ser vista por todos os alunos na sala através de um projetor multimídia e consistiu em:

- 1º) Preencher as informações iniciais com as coordenadas do local (no caso, da cidade de Itajubá – $22^{\circ}24'00''$ S; $45^{\circ}22'00''$ W);
- 2º) Colocar a tela inicial com a configuração do céu para o dia 01/07/2005, às 4 horas da manhã (data e hora adequadas para a visualização do planeta);
- 3º) Localizar o planeta Marte e centralizá-lo na tela;
- 4º) Afastar o zoom ao máximo de modo a visualizar na tela a região compreendida entre 0° a 60° (para a elevação) e 60° a 120° (para o azimute). Podem ser vistas na tela as constelações de *Pisces* (Peixes), *Cetus* (Baleia) e *Taurus* (Touro) e toda a constelação de *Áries* (Carneiro).
- 5º) Realizar uma animação onde o tempo entre duas imagens é o de um dia sideral (23 horas 56 minutos 04 segundos), para que as estrelas se mantenham fixas, servindo de referencial para o estudo;
- 6º) Observar a animação até o dia 01/03/2006.

Quando se observa ao longo de vários dias o movimento de planetas como Marte em relação à esfera celeste, é possível notar que, em alguns dias, estes planetas parecem caminhar em sentido oposto ao das estrelas. Estas trajetórias que intrigavam tanto os astrônomos antigos são conhecidas como “movimento retrógrado dos planetas”.

Quando representamos o sistema com o Sol no centro e os demais planetas orbitando em torno dele, o movimento retrógrado é compreendido como um movimento aparente para um observador localizado na Terra, que tem a impressão de ver a forma de um laço no céu. Isto está representado na Figura 3, que foi utilizada para complementar a atividade.

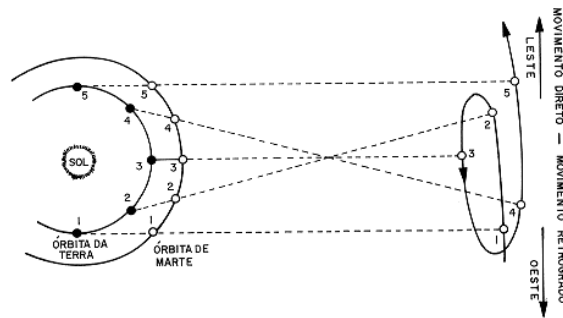


Figura 3 - Movimento retrógrado.
Fonte: Canalle (2015).

Atividade 3: Magnitudes Estelares

Nesta atividade os alunos tiveram a oportunidade de compreender as limitações do olho humano nas observações astronômicas e perceber por que o uso de aparelhos é necessário para a medida da intensidade luminosa de uma estrela.

Para esta experiência, os alunos fizeram uma observação simples do céu noturno, classificando as estrelas em uma escala de 1 a 5 (ou 1 a 6, se estivessem em uma região com pouquíssima iluminação), chamando as estrelas mais brilhantes de estrelas de primeira magnitude e as mais fracas de quinta ou sexta magnitude. É importante ressaltar que esta classificação foi feita a olho nu e sem nenhum critério de refinamento, ou seja, a classificação foi extremamente pessoal.

Terminada esta etapa, os alunos tiveram contato com o seguinte aparato: uma lâmpada de 100 W ligada a um reostato, cuja resistência podia variar de 0 a 330 Ω , conectados a uma fonte de tensão local (127 V ou 220 V), conforme ilustrado pela Figura 4. Um medidor de tensão e um medidor de corrente foram inseridos ao circuito para calcular a potência dissipada na lâmpada.

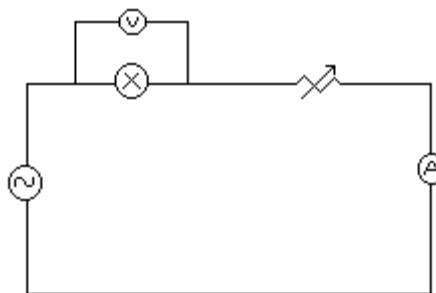


Figura 4 - Circuito utilizado no experimento “Magnitudes estelares”.

Através deste aparato, pôde-se verificar que a diferença de brilho entre a lâmpada dissipando 100 W e 70 W é tão pequena para os nossos olhos quanto a diferença de brilho entre a lâmpada dissipando 30 W e 25 W. Ou seja, nossos olhos não percebem a intensidade luminosa de forma linear. Para os alunos familiarizados com a escala logarítmica, foi possível comentar como funciona a nossa percepção luminosa (assim como outras percepções que obedecem à escala logarítmica). Para quem não estava tão familiarizado com este conceito matemático, um capítulo no final da apostila abordava de forma sucinta o conceito de logaritmos.

Atividade 4: Espalhamento Rayleigh em um aquário

Este experimento busca ilustrar uma questão cotidiana e que pode despertar interesse em pessoas de todas as idades: “por que o céu é azul durante o dia, mas avermelhado ao nascer e ocaso do Sol?” O material necessário consiste apenas de um aquário, água e leite.

O espalhamento Rayleigh é causado por moléculas cujo comprimento é da ordem de um décimo do comprimento de onda da luz visível. Ocorre principalmente nos gases, mas pode ocorrer também em sólidos e líquidos. Um feixe de luz composto de diversos comprimentos de onda denotados por λ , ao incidir sobre estas moléculas, sofre um espalhamento no qual o ângulo de desvio é inversamente proporcional à quarta potência do comprimento de onda da luz, ou seja,

$$\theta \propto 1/\lambda^4$$

Sendo θ o ângulo de espalhamento da luz e λ , o comprimento de onda desta.

Isto significa que as faixas do espectro de menor comprimento de onda serão mais espalhadas do que as de maior comprimento. A luz azul, por exemplo, será muito mais espalhada do que a luz vermelha. De fato, vemos o céu azul no decorrer do dia. Entretanto, se observarmos o céu em horários do nascer ou do ocaso do Sol, o vemos avermelhado.

A explicação para este fato dá-se devido à diferença de percurso da luz do Sol na atmosfera terrestre em diferentes horários do dia, fato que é ilustrado pela Figura 5:

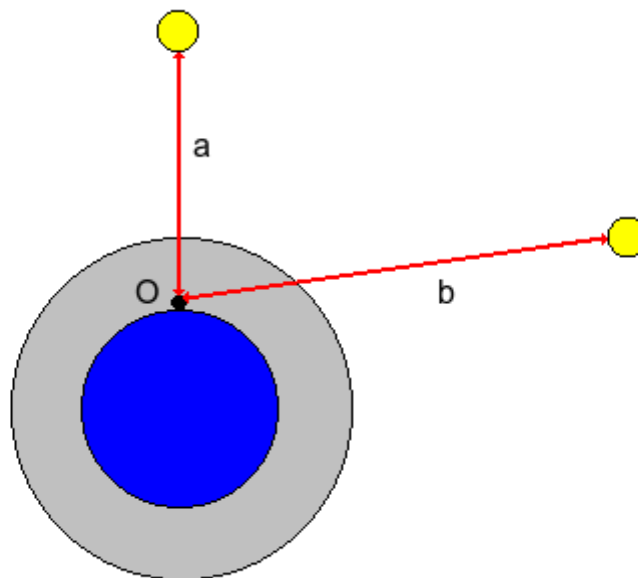


Figura 5 - Espalhamento Rayleigh na atmosfera.

Como se pode perceber, para chegar a um observador O na superfície da Terra, a luz do Sol atravessa uma seção bem maior da atmosfera ao ocaso do Sol (trajetória representada pela linha b) do que quando o Sol está a pino (trajetória representada pela linha a). Isto faz com que o espalhamento em todas as cores seja muito maior na hora do

ocaso. Desta forma, a atmosfera atua como um filtro, retirando praticamente toda a cor azul e deixando mais presentes as cores vermelha e alaranjada, que são menos espalhadas. É por isso que o céu aparenta ser avermelhado nos horários de nascer e ocaso do Sol.

Para a verificação do espalhamento Rayleigh, fez-se um experimento bastante simples. Um aquário cuja base possuía 20 cm de comprimento por 10 cm de largura preenchido até uma altura de 10 cm de água foi colocado sobre uma mesa, de modo que fosse possível vê-lo de todos os lados. Ligaram-se três LEDs (um azul, um verde e um vermelho) de alta intensidade (também chamados de quantum-dot LEDs ou simplesmente QDLEDs) a duas pilhas de 1,5V e apontou-se o conjunto a uma das paredes do aquário, fazendo com que os feixes de luz atravessassem-no pelo seu comprimento. Percebeu-se que era impossível ver o feixe de luz se propagando pela água, exceto apenas por causa de algumas partículas de poeira iluminadas em suspensão.

Acrescentou-se, então, cerca de 30 gotas de leite ao aquário⁵. Pôde-se notar que, de lado, o feixe era visto ligeiramente azul e na extremidade oposta, aparecia um pouco alaranjado ou avermelhado, dependendo da quantidade de leite presente na mistura. Uma ilustração bastante simplificada do fenômeno, apenas com as cores azul, verde e vermelha, é apresentada na Figura 6:

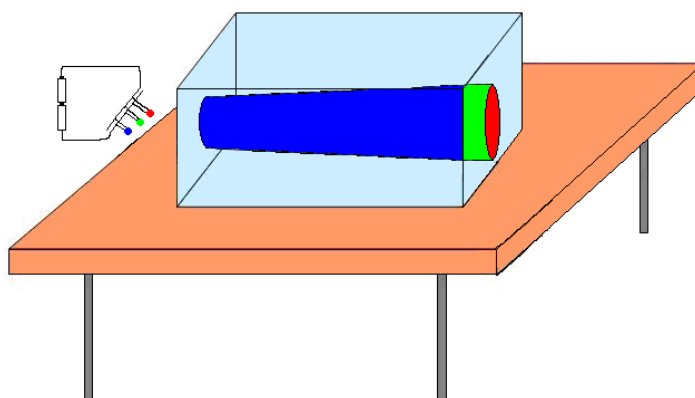


Figura 6 - O espalhamento das cores no aquário.

Atividade 5: Entendimento dos telescópios de Galileu, Kepler e Newton

Um dos maiores desafios do curso, enquanto curso de extensão, foi o de abordar assuntos de Astronomia para alunos de primeira, segunda e terceira série do Ensino Médio oriundos de diferentes escolas. Desta forma, conceitos de Óptica Geométrica precisaram ser abordados com cuidado, pois alguns alunos presentes já haviam estudado este assunto na escola, enquanto outros não. Para não tornar o curso maçante para quem já conhecia alguma coisa sobre o assunto, a atividade prática mostrou-se interessante, pois mesmo para os alunos presentes no curso que já haviam estudado a teoria na sua escola, a prática ainda era novidade.

⁵ Uma montagem semelhante pode ser encontrada em Krapas e Santos (2002), utilizando, no lugar do leite, uma mistura de ácido sulfúrico e hidróxido de sódio. A montagem utilizando o leite como agente espalhador, apesar de exigir leite fresco, pareceu bem mais simples e bastante satisfatória para se mostrar em uma sala de aula.

Para isto, contou-se com o material presente no laboratório da universidade: lentes convergentes e divergentes e espelhos côncavos e planos. Fizeram-se as seguintes montagens:

Telescópio Refrator de Galileu: Colocou-se uma lente divergente próxima ao olho do observador e uma convergente de forma que seus focos coincidisse sobre a retina do observador. Observou-se uma imagem ampliada e direita.

Telescópio Refrator de Kepler: Colocaram-se duas lentes convergentes, uma próxima ao olho do observador e uma de forma que seus focos coincidisse entre as duas lentes. Observou-se uma imagem mais ampliada e invertida.

Telescópio Refletor de Newton: Posicionou-se um espelho côncavo de frente para o objeto que se desejava observar e colocou-se um espelho plano pequeno entre os dois, direcionando a imagem para o olho do observador. Percebeu-se que, ao contrário do que muitos alunos pensavam, é possível construir um telescópio sem lentes, utilizando-se, no lugar delas, espelhos.

Atividade 6: Óptica Física versus Óptica Geométrica

Uma das particularidades do curso foi a abordagem da natureza ondulatória da luz desde o início, em contraste com a sequência usual: Óptica Geométrica – Óptica Física. Isto aconteceu simplesmente porque essa era realmente uma sequência mais adequada para o que se desejava abordar, sem nenhuma crítica às demais sequências.

Mas, de qualquer forma o conceito ondulatório para a luz é algo que foge do senso comum das pessoas. Portanto, é necessário evidenciá-lo de alguma forma. Escolheram-se as experiências de difração como uma forma interessante de abordar um conceito que não poderia ser explicado através da teoria da Óptica de Raios, mais acessível ao senso comum do que a Ondulatória⁶. A difração pode ser mostrada utilizando-se uma fonte de luz monocromática, como um *laser*, ou policromática. Neste último caso, utilizou-se a luz de um retroprojektor, com duas folhas de papel sulfite restringindo a passagem de luz a um “filete” e uma rede de difração colocada logo depois da lente do aparelho, conforme ilustrado pela Figura 7. Desta forma, é possível verificar qual comprimento de onda sofre maior desvio de sua direção natural.

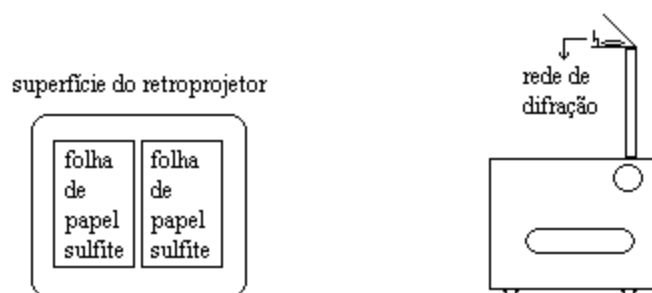


Figura 7 - Montagem do experimento.

⁶ A refração, embora tenha sido erroneamente explicada por Isaac Newton em seu livro *Opticks* através da teoria corpuscular da luz, é um conceito que necessita da Óptica Ondulatória para ser compreendido segundo o modelo atual da Física.

Outra forma de evidenciar o caráter ondulatório da luz é através da polarização. Para esta experiência, são necessários apenas dois filtros polarizadores (Figura 8a). O estudante aponta os dois filtros para uma fonte luminosa e gira-os um em relação ao outro. Quando os filtros estão orientados na mesma direção, boa parte da luz consegue atravessar os filtros e é possível ver o outro lado (Figura 8b). Mas quando os filtros estão defasados de 90° , a imagem fica totalmente obscurecida (Figura 8c), o que significa que a luz foi totalmente absorvida.

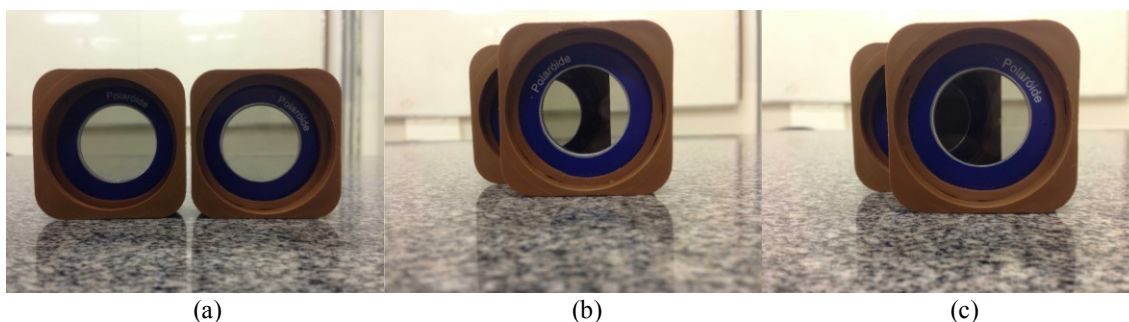


Figura 8 – Polaroides.

Atividade 7: Espectros atômicos:

Na montagem para a última atividade, utilizou-se uma rede de difração, assim como na atividade anterior. Porém, em vez de utilizar uma lâmpada comum, utilizou-se uma lâmpada de hélio ou de mercúrio. Um aluno posicionava-se a uma distância de aproximadamente 4 metros da lâmpada de mercúrio segurando a rede de difração. O que se observa ao olhar para a lâmpada de mercúrio é, ao contrário do espectro contínuo anteriormente observado, um espectro de cores razoavelmente espaçadas. Cada faixa observada corresponde a uma transição eletrônica dentro da lâmpada de mercúrio ou de hélio. Quanto maior a frequência da cor observada, maior é a energia envolvida na transição.

Este experimento permite olhar para o espectro de cada elemento como uma “carteira de identidade” do átomo e revela por que é possível saber a composição química de uma estrela apenas analisando o seu espectro.

2.3 Aplicação das atividades em sala de aula

Na Atividade 1, “Elevação e Distância Zenital”, foram feitas observações de algumas estrelas localizadas preferencialmente a norte, sul, leste e oeste.

Alguns alunos demonstraram dificuldade em diferenciar elevação e distância zenital, anotando os dados obtidos de maneira incorreta. Isso os levou a obter resultados inversos aos que eram esperados (por exemplo, uma estrela no horizonte leste, diminuindo sua elevação com o passar do tempo). Observou-se que a estrela viaja no céu de leste para oeste, assim como acontece com o movimento aparente do Sol ao longo do dia, portanto sua elevação no horizonte leste deve aumentar com o passar do tempo. Estes conceitos devem estar claros no momento de sua apresentação à sala.

A maioria dos estudantes obteve dados corretos e esses valores foram coletados pela instrutora, para que alguns gráficos fossem feitos e mostrados à sala. Para tanto, utilizou-se um computador com o programa editor de gráficos e um projetor multimídia. Foram utilizados os dados de cinco alunos. Com esses dados, foi possível construir vinte gráficos que mostravam a elevação ao longo do tempo para cada estrela. Apesar de alguns poucos valores se modificarem devido à hora que cada aluno escolheu para fazer a observação, o comportamento gráfico era muito semelhante. De certa maneira, os resultados deste experimento foram dentro do esperado e mostraram uma abordagem interessante para verificar na prática o movimento aparente das estrelas.

Um exemplo dos dados obtidos nesta atividade é apresentado na Figura 9:

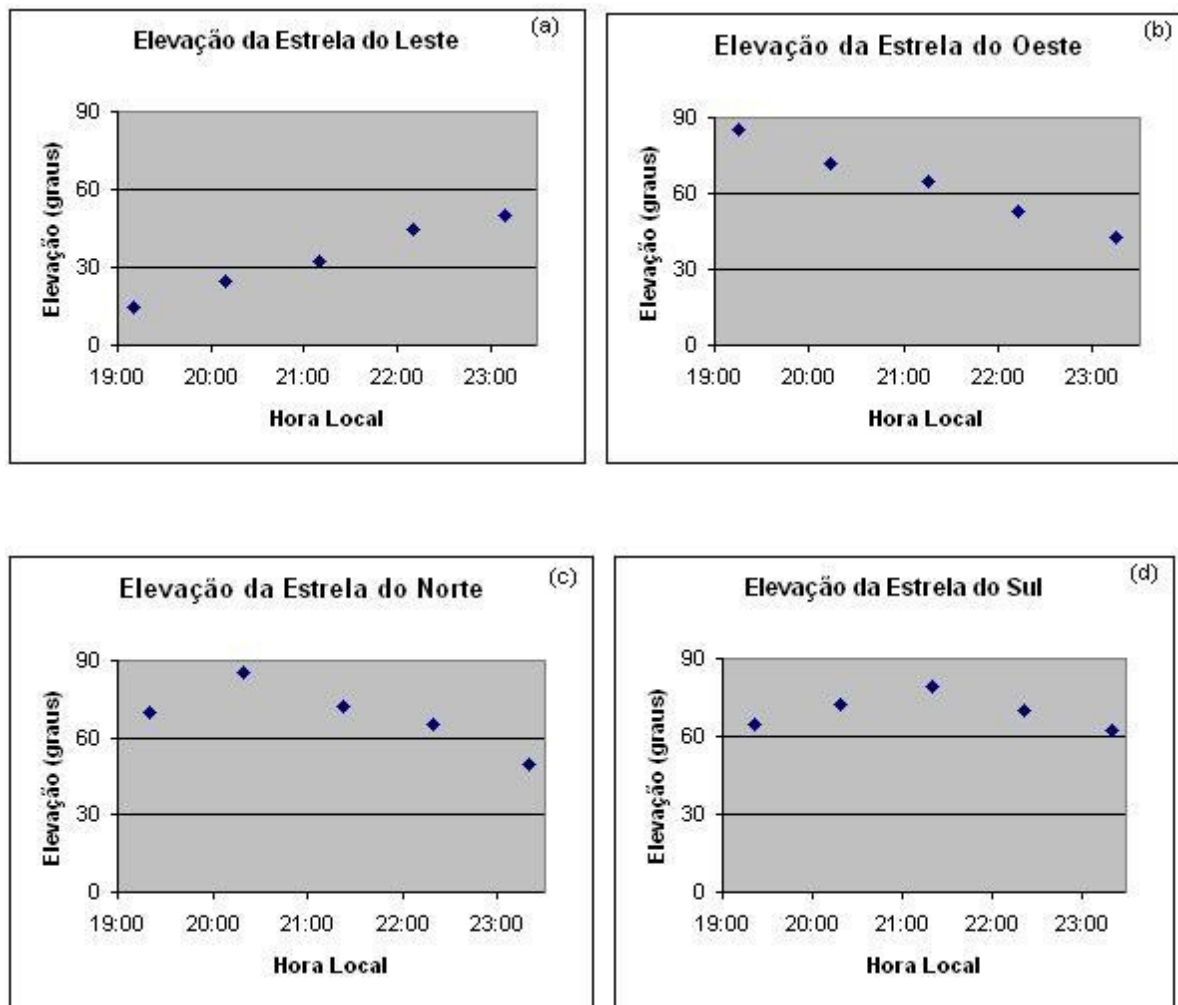


Figura 9 - Elevação medida para uma estrela qualquer nos horizontes leste (a), oeste (b), norte (c) e sul (d).

Os valores destes quatro gráficos foram obtidos por um aluno do curso. Suas observações indicam que, ao longo do tempo em que ele fez sua observação, houve uma variação das posições das estrelas no céu sendo que a estrela do horizonte leste aumenta sua elevação com o tempo, a estrela do horizonte oeste diminui sua elevação e as estrelas dos horizontes norte e do sul apresentam um movimento de subida e descida.

Destaca-se também a oportunidade que esta atividade traz ao aluno: a interpretação de gráficos. Novamente é possível encontrar recomendações feitas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002), que incentivam o estudo dos mesmos como uma forma de compreensão e organização de dados, contribuindo para a compreensão de informações encontradas nos jornais, revistas etc.

Para que estas observações pudessem ser realizadas, criou-se um roteiro que conduziu o experimento. O roteiro não foi feito com a intenção de ditar um conjunto de procedimentos a serem seguidos, induzindo no fim a uma conclusão, mas sim com a intenção de fazer o aluno pensar por que ocorria aquele movimento. Quanto menos o texto do roteiro influenciasse as medições dos alunos, melhores seriam os resultados. Obter resultados precisos e com erros mínimos não era o maior objetivo. Desejava-se que com este experimento, o aluno pudesse conhecer um pouco do processo científico, suas dificuldades, as necessidades de um conjunto de dados consistentes e também que ele pudesse ter noções do movimento de rotação da Terra e das definições de elevação e distância zenital.

Na Atividade 2, “Movimento de Marte”, a simulação feita no computador permitiu que o fenômeno do movimento retrógrado fosse observado. O movimento de Marte ao longo de um ano pôde ser estudado sem que fosse necessário um ano de observação.

Poderia ser utilizado outro planeta, como Júpiter ou Saturno, por exemplo, para este experimento, porém decidiu-se por utilizar o movimento de Marte pelo fato de este ter sido um dos planetas mais observados por astrônomos importantes, como Tycho Brahe, que reuniu dados de vinte anos de observações sobre o movimento aparente deste planeta.

Nota-se que, com esta simulação, os alunos tiveram uma boa noção do que ocorre no céu com astros do Sistema Solar externos à órbita terrestre. Além disso, foi possível contextualizar o tema da aula utilizando recursos multimídia como computador e projetor. Observa-se aqui a importância desses recursos e a grande contribuição que os mesmos proporcionam para o aprendizado de um modelo que pode ser muito abstrato quando apresentado apenas da maneira tradicional. Neste aspecto, o computador é uma ferramenta muito mais eficaz para o cumprimento do objetivo planejado.

A atividade “Magnitudes Estelares” não foi muito bem sucedida em sua primeira aplicação. Esperava-se que, com esta atividade, os alunos percebessem que a nossa percepção visual não é linear, mas muitos ficaram intimidados com a presença de aparelhos desconhecidos para eles (multímetros, reostato etc.). Para piorar, como muitos não conheciam muita coisa sobre circuitos elétricos, a maioria dos alunos entendeu que não seria capaz de compreender a parte final da atividade. Uma falha cometida pelo instrutor do curso foi a de calcular a potência da lâmpada com precisão na frente dos alunos, o que tirou o foco da atividade, que era simplesmente mostrar a não-linearidade da percepção visual. Uma sugestão para professores que quiserem repetir esta montagem em sala de aula é de calcular previamente alguns valores de potência e marcá-los no reostato. Desta forma, o foco da atividade fica no brilho da lâmpada, e não no aparato.

Já a atividade “Espalhamento Rayleigh em um aquário” foi uma das que apresentou melhor resultado. É importante reforçar que foram necessárias várias tentativas até se observar o fenômeno desejado. Alguns cuidados precisam ser tomados.

É importante que o leite não esteja estragado nem tenha sido gelado! Caso a luz emitida pelos LEDs esteja muito espalhada antes de entrar no aquário, um refletor parabólico ou uma lente convergente podem ser utilizados para concentrar os raios de luz e tornar o fenômeno mais fácil de ser observado. Os LEDs nas cores primárias da luz foram escolhidos por tornarem o espalhamento mais evidente. Outras montagens com lâmpada incandescente ou com LED branco não trouxeram resultados tão satisfatórios.

A atividade “Entendimento dos telescópios de Galileu, Kepler e Newton” é uma atividade simples, que pode ser feita com materiais de baixo custo na ausência de materiais de laboratório. As lentes podem ser facilmente obtidas através de binóculos simples e fáceis de encontrar. Já como espelho côncavo, pode-se utilizar um espelho conhecido comercialmente como “espelho de maquiagem” ou “espelho de aumento” (embora ele não produza exclusivamente imagens maiores), facilmente encontrado em lojas de cosméticos.

Outra alternativa para se mostrar o funcionamento dos telescópios refratores é através do Galileoscópio, um telescópio de fácil montagem distribuído em 2009 às escolas que participaram da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica (OBA).

Este equipamento possui uma lente convergente em sua objetiva, que pode ser vista na figura 10a, e duas oculares mostradas na figura 10b, sendo uma divergente (à esquerda) e uma convergente (à direita). As duas oculares podem ainda ser combinadas formando uma terceira ocular convergente. Ao apontar o Galileoscópio para um objeto qualquer durante o dia, nota-se que, utilizando a ocular divergente, o objeto apresenta uma imagem direita. Porém, utilizando uma das opções de ocular convergente, a imagem apresenta-se invertida.

É interessante, se possível, comparar a observação de um objeto não-astronômico em período diurno com uma observação astronômica real. Dificilmente os estudantes perceberiam numa observação astronômica que a imagem dos astros aparece invertida (e reversa) quando utilizamos um telescópio com ocular e objetiva convergentes, assim como aconteceria em um telescópio refletor. Esta atividade é uma ótima oportunidade para evidenciar as vantagens e desvantagens de cada uma das montagens e qual tipo de montagem é mais adequado para cada ocasião.

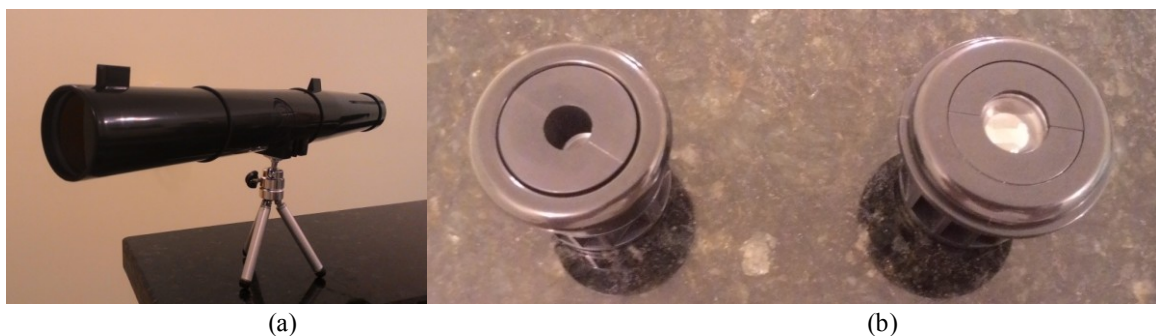


Figura 10 - Galileoscópio (a) e suas principais oculares (b).

Para as atividades “Óptica Física versus Óptica Geométrica”, o equipamento utilizado (redes de difração, filtros polarizadores etc.) nem sempre é facilmente encontrado em escolas de Ensino Médio. Mas várias montagens alternativas são possíveis. Pode-se utilizar um CD no lugar de uma rede de difração ou duas lentes de óculos de Sol polarizadas no lugar dos filtros polarizadores. O importante é levar

alguma experiência que não possa ser explicada apenas com a Óptica Geométrica. Tendo este objetivo, os resultados costumam ser bons. Pode ser que uma abordagem profunda a respeito da Óptica Ondulatória intimide o aluno, mas este não é o propósito. O objetivo desta atividade é apenas que o aluno se convença de que a luz apresenta comportamento ondulatório.

A última atividade, “Espectros Atômicos”, realmente requer um material de difícil acesso. Na falta dele, o que pode ser feito é apresentar imagens de espectros atômicos de diversos elementos e, em seguida, o de uma estrela qualquer, para que o aluno identifique os elementos presentes. Esta atividade permite ao aluno perceber a diferença entre o “discreto” e o “contínuo”. Maiores detalhes sobre o porquê de cada elemento apresentar um espectro requerem uma base mínima de Química do Ensino Médio. Desde que o professor conheça o seu público, estes detalhes podem ser abordados. Durante este curso, preferiu-se apenas realçar a diferença entre o espectro de uma lâmpada comum e uma lâmpada de mercúrio, pois o público era muito heterogêneo (alguns alunos poderiam ter esta base mínima, outros não). Para evitar confusões, a atividade focou-se apenas nos resultados observados.

3. Considerações Finais

Este trabalho relatou uma atividade desenvolvida no município de Itajubá – MG, que contou com o apoio da Universidade Federal de Itajubá (UNIFEI). Procurou-se focar neste artigo os experimentos e atividades desenvolvidas no decorrer deste curso.

O contato com os alunos foi fundamental para que o curso pudesse ser descontraído e interessante, funcionando como motivação para a realização de outras edições ou mesmo a criação de outros cursos também direcionados ao Ensino Médio. O empenho e a colaboração dos alunos devem ser mencionados. A participação, o interesse em tirar dúvidas depois da aula, o cuidado e a dedicação em produzir bons textos, os “olhos atentos” durante todo curso, constituíram uma experiência bastante satisfatória para os instrutores que deste curso participaram. É importante destacar que, por ser um curso de extensão, o público era voluntário, mas mesmo assim a procura foi muito grande, o que mostra que realmente há um grande interesse por parte dos alunos em aprender Astronomia.

Os experimentos apresentados têm como principal função motivar o professor de Ensino Fundamental e Médio a desenvolver atividades envolvendo o ensino de Astronomia em suas salas de aula e, na medida do possível, sugerir algumas. Apesar de o curso ter contado com o apoio da Universidade, o que não é a realidade da maioria das escolas, muitas das atividades propostas podem ser facilmente reproduzidas e mesmo aquelas que não envolvem experimentos de baixo custo podem ser adaptadas à realidade de cada escola. Muitas das adaptações apresentadas foram inclusive realizadas pelos proponentes destas atividades ao longo de suas carreiras profissionais.

Mostrou-se também, neste artigo, como a Astronomia pode ser utilizada na discussão de vários assuntos importantes. Desde a origem do Universo, passando pela elaboração dos modelos físicos, até a utilização do conhecimento na tecnologia, o que faz desta antiga ciência uma ótima forma de abordagem para o ensino de Física. Mais

do que simplesmente resolver problemas, o Ensino Médio busca a formação intelectual e crítica do sujeito, inserindo-o na sociedade e oferecendo-lhe uma formação básica.

Agradecimentos

Ao professor Newton de Figueiredo Filho e à Universidade Federal de Itajubá por terem tornado este projeto possível.

Referências

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

CANALLE, J. B. G. **Oficinas de Astronomia**. On Line – Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/cursos/astronomia/>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

KRAPAS, S.; SANTOS, P. A. M. Modelagem do espalhamento Rayleigh da luz com propósitos de ensino e de aprendizagem. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 341-350, 2002.

MOTA, A. T.; BONOMINI, I. A. M.; ROSADO, R. M. M. Inclusão de temas astronômicos numa abordagem inovadora do ensino informal de Física para estudantes do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 8, p. 7-19, 2009. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/135>>. Acesso em: 24 fev. 2015.

O TAMANHO DOS PLANETAS, DE PLUTÃO E DO SOL E AS DISTÂNCIAS ENTRE ESTES: COMPREENSÃO DOS ALUNOS E OFICINA PEDAGÓGICA DE BAIXO CUSTO PARA TRABALHAR ESTA TEMÁTICA

*Marcos Antônio Paz Macedo*¹
*Micaías Andrade Rodrigues*²

Resumo: Este artigo investigou a compreensão de alunos do Ensino Fundamental, em uma turma multisseriada com 22 alunos do 5º ao 9º ano, sobre as dimensões dos astros do Sistema Solar e as distâncias entre estes. Foi aplicado um pré-teste (questionário) para constatar o que estes sabiam sobre o Sistema Solar. Após isto, o conteúdo foi explicado e foi realizada uma oficina, na qual os alunos, em grupos, com o auxílio de tabelas, construíram representações dos planetas, de Plutão e do Sol, em escala, utilizando materiais acessíveis. Por fim, o questionário foi novamente respondido e o resultado obtido muito positivo, pois houve um avanço significativo na compreensão dos conteúdos abordados. Acreditamos que as respostas ao questionário prévio seriam semelhantes em outras escolas, por isto, esta oficina pode ser um meio interessante e eficiente para trabalhar assuntos que, na maioria das vezes, são inadequadamente abordados nas salas de aula e livros didáticos.

Palavras-Chave: Ensino de Astronomia; Sistema Solar; Planetas; Oficina pedagógica.

EL TAMAÑO DE LOS PLANETAS, PLUTÓN Y EL SOL Y LAS DISTANCIAS ENTRE ELLOS: COMPRENSIÓN DE LOS ALUMNOS Y TALLER EDUCATIVO DE BAJO COSTO PARA TRABAJAR ESTE TEMA

Resumen: En este artículo se investigó la comprensión de los estudiantes de primaria, en una clase conjunta con 22 alumnos de 5º al 9º grado, sobre las dimensiones de los astros del Sistema Solar y las distancias entre ellos. Un pre-test fue aplicado (cuestionario) para verificar lo que sabían sobre el Sistema Solar. Después de esto, se explicó este contenido y se realizó un taller educativo, en el cual los estudiantes en grupos y con la ayuda de tablas, construyeron representaciones de los planetas, Plutón y el Sol en escala, utilizando materiales accesibles. Por último, el cuestionario fue nuevamente respondido y el resultado fue muy positivo, ya que hubo un avance significativo en la comprensión de los contenidos discutidos. Creemos que las respuestas al cuestionario anterior serían similares en otras escuelas, por lo tanto, este taller puede ser una manera interesante y eficaz para trabajar los asuntos que, en la mayoría de los casos, no están adecuadamente abordados en las aulas y los libros de texto.

Palabras clave: Enseñanza de la Astronomía; Sistema Solar; Planetas; Taller educativo.

SIZE OF THE PLANETS, PLUTO AND THE SUN AND THE DISTANCES BETWEEN THEM: STUDENTS' UNDERSTANDING AND LOW-COST EDUCATIONAL WORKSHOP TO ELABORATE THIS TOPIC

Abstract: This paper investigated the understanding of elementary school students, in multi-seriate class with 22 students from 5th to 9th grade, about the dimensions of the bodies of the solar system and the

¹ Secretaria Municipal de Educação, SEMEC, Teresina - PI, Brasil.
E-mail: <marcosantoniopaz@ymail.com>.

² Departamento de Métodos e Técnicas de Ensino/Centro de Ciências da Educação/Universidade Federal do Piauí, DMTE/CCE/UFPI, Teresina - PI, Brasil. E-mail: <micaías@ufpi.edu.br>.

distances between them. A pre-test (questionnaire) was applied to find what they knew about the Solar System. After that, these contents were explained and an educational workshop was held, in which students in groups built representations of the planets, Pluto and the Sun, in scale consulting tables, using accessible materials. Finally, the students answered the questionnaire again and the result was very positive, because there was a significant advance in understanding the covered content. We believe that the answers to the questionnaire would be similar in other schools, therefore, this workshop can be an interesting and effective way to address issues that, in most cases, are not adequately addressed in classrooms and textbooks.

Keywords: Teaching Astronomy; Solar System; Planets; Educational workshop.

1. Introdução

Nos primórdios da civilização, os seres humanos se encantavam com a beleza do céu estrelado, dos cometas ou com as frequentes "estrelas cadentes". Também admiravam a Lua e o Sol, os quais consideravam deuses e dos quais havia a dependência da vida. Assombravam-se com os eventos extraordinários, tais como eclipses, auroras e com os fenômenos atmosféricos, que estão nas origens de inúmeros mitos, religiões e filosofias antigas (NOGUEIRA, 2009).

Com o passar do tempo, começaram a perceber que havia uma regularidade enorme nos céus e que o que acontecia no céu afetava o que ocorria no seu meio ambiente, iniciando a Astronomia. Perceberam a existência de algumas estrelas errantes³. Faziam festas para comemorar o Solstício de inverno, quando então o Sol "parava" de passar cada vez mais "baixo" no céu e voltava a "subir", aquecendo seus dias, o que era fundamental para sua sobrevivência. Esta festa do Solstício foi modificada ao longo do tempo e hoje a chamamos de Natal (NOGUEIRA, 2009).

Embora o céu tenha 88 constelações, segundo a União Astronômica Internacional, os povos dos diferentes locais imaginam figuras próprias da sua realidade e cultura. Afonso et al. (2011) comentam que as constelações já são representadas há mais de 16,5 mil anos e afirmam que a constelação de escorpião era conhecida, aqui no Brasil, como *Aña* (surucucu) para os índios da etnia Desana e como *mboi tatá* (boitatá) para os índios da etnia Guarani. Os autores citados (idem) especificam que a utilização da Astronomia indígena no Ensino Fundamental é uma forma de valorizar os saberes tradicionais e auxiliar na compreensão da diversidade cultural.

Nogueira (2009) afirmou que o estudo da Astronomia é sempre um começo para retornarmos ao caminho da exploração. E é por meio da curiosidade, natural nos jovens e crianças, que somos levados a aprimorar cada vez mais os instrumentos astronômicos e, com isto, consolidar ou modificar as teorias que tratam sobre o início e o término do Universo, compreendendo um pouco mais a natureza.

O Universo é muito grande e a dimensão deste e dos astros nele contido nem sempre é clara para todas as pessoas. A dificuldade dos alunos do Ensino Fundamental (EF) em entender as dimensões dos planetas em relação ao Sol é muito grande, pois muitas vezes, nem os seus professores têm noção de quão grande é o Sol em comparação aos planetas, bem como quão pequena é a Terra em relação ao Sistema Solar como um todo (LEITE; HOUSOME, 2008).

³ nome dado na época aos planetas.

Depois de realizar atividades em escolas com alunos de diferentes séries do EF, foi percebido e comprovado a dificuldade destes, que às vezes não conseguem nem mesmo perceber a diferença do Sol e da Lua, achando que são de tamanhos equivalentes. Quando fazemos algumas perguntas sobre este assunto, fica claro que o conhecimento sobre o assunto é bem distante do que deveriam ter se a Astronomia fosse bem abordada em sala de aula.

2. O ensino da Astronomia

Os Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (BRASIL, 1998) indicam o estudo da Astronomia no 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental, na área de Ciências Naturais, no eixo temático "Conteúdos de Astronomia no ensino: concepções alternativas, erros em livros didáticos e sugestões dos PCN".

O termo 'concepção alternativa' faz referência a uma ideia sobre determinado fenômeno natural previamente concebida por alunos e/ou professores e que é posteriormente trazida para a sala de aula. Na literatura da área de pesquisa em ensino de Ciências encontram-se outros termos com significados semelhantes: "conceitos intuitivos", "concepções espontâneas", "ideias ingênuas", "concepções prévias", "preconceitos" e "ideias de senso comum", conforme explica Teodoro (2000).

Os PCN (BRASIL, 1997, p. 27) comentam que "os estudantes possuem um repertório de representações, conhecimentos intuitivos, adquiridos pela vivência, pela cultura e senso comum, acerca dos conceitos que serão ensinados na escola". Porém, estes conhecimentos são pouco explorados. Para Tignanelli (1998, p. 78), a criança procura "as suas próprias explicações, geralmente sustentadas pela sua fantasia, seja *mítica* ou *mística*. Se não lhe forem apresentadas outras opções, esse pensamento *mágico* da criança persistirá durante toda a sua vida". Muitas vezes, as concepções trazidas para a sala de aulas pelos alunos podem diferir tanto das ideias a serem ensinadas que chegam a influir no processo de sua aprendizagem, ou oferecerem resistência a mudanças (DRIVER, 1989).

É sempre visível que as concepções adquiridas pelos alunos na sua vivência do dia-a-dia, são levadas por eles para escola, ficando cada vez mais difícil desfazê-las. Não são poucos os trabalhos que apresentam como resultados o levantamento das ideias pré-concebidas de estudantes e docentes com relação ao conteúdo da Astronomia. A respeito deste tópico, Langhi e Nardi (2005) listam em seu trabalho diversas pesquisas: as investigações mais relevantes sobre as concepções do modelo Terra-Sol (BARRABÍN, 1995 apud LANGHI; NARDI, 2005); algumas das pesquisas mais destacadas acerca dos conceitos astronômicos nos últimos 20 anos (TRUMPER, 2001 apud LANGHI; NARDI, 2005); principais estudos desde 1984 realizados tomando-se por base as concepções alternativas em Astronomia em alunos e/ou professores (PEÑA; QUILÉZ, 2001 apud LANGHI; NARDI, 2005); uma seleção bibliográfica comentada sobre investigações didáticas em Astronomia, em ordem cronológica (SEBASTIÁ, 1995 apud LANGHI; NARDI, 2005).

Segundo Langhi e Nardi (2005) uma leitura prévia dos trabalhos destes pesquisadores revela que as principais concepções alternativas em Astronomia encontradas no ensino em geral são:

- 1) as diferenças entre as estações do ano são causadas devido à distância da

Terra em relação ao Sol;

- 2) as fases da Lua são interpretadas como sendo eclipses lunares semanais;
- 3) persistência de uma visão geocêntrica do Universo;
- 4) existência de estrelas entre os planetas do Sistema Solar;
- 5) desconhecem o movimento aparente das estrelas no céu com o passar das horas, incluindo o seu movimento circular no polo celeste;
- 6) associam a presença da Lua exclusivamente ao céu noturno, admirando-se do seu aparecimento durante certos dias em plena luz do Sol;
- 7) associam a existência da força de gravidade com a presença de ar, acreditando que só existe gravidade onde houver ar ou alguma atmosfera.

Os PCN (BRASIL, 1998) recomendam a observação direta do céu como ponto de partida e atividade básica no estudo da Astronomia:

[...] observação direta, busca e organização de informações sobre a duração do dia em diferentes épocas do ano e sobre os horários de nascimento e ocaso do Sol, da Lua e das estrelas ao longo do tempo, reconhecendo a natureza cíclica desses eventos e associando-os a ciclos dos seres vivos e ao calendário. (p. 138).

[...]

Porque sempre que nós observamos os movimentos dos astros, percebemos que há várias modificações, fazendo-nos perceber e entender os movimentos e as localizações dos planetas e assim a passagem do tempo.

A observação direta, contudo, deve continuar balizando os temas de trabalho, sendo desejável que, além da orientação espacial e temporal pelos corpos celestes durante o dia e à noite, os estudantes localizem diferentes constelações ao longo do ano, bem como planetas visíveis a olho nu. Saber apenas os nomes das constelações não é importante, mas é muito interessante observar algumas delas a cada hora, por três ou quatro horas durante a noite, e verificar que o movimento das estrelas em relação ao horizonte ocorre em um padrão fixo, isto é, permanecem nas mesmas posições, enquanto o conjunto cruza o céu. Para essas observações, a referência principal continua sendo o Cruzeiro do Sul, visível durante todo o ano no hemisfério Sul. (p. 91).

É possível observar a olho nu, o movimento do Sol e da Lua, mesmo sem o uso do telescópio, podendo assim serem vistas e percebidas as estações do ano. Em sala de aula, com o uso de materiais de baixo custo e reciclados, é possível fazer alguns experimentos que facilitem o entendimento e despertem o aluno para o conhecimento astronômico.

Segundo os PCN (BRASIL, 1998, p. 95), “Identificação mediante observação direta, de algumas constelações, estrelas e planetas recorrentes no céu do hemisfério Sul durante o ano, compreendendo que os corpos celestes vistos no céu estão a diferentes distâncias da Terra”. Não é fácil perceber as distâncias entre os astros, pois a olho nu, e sem ter a noção de quão grande é o espaço que os envolve, bem com as próprias

dimensões destes, só é possível entender se forem realizados estudos mais aprofundados acerca disto ou, pelo menos, houver muita curiosidade para procurar entender.

Os PCN (BRASIL, 1998) também advertem para o grave erro pedagógico de se introduzir o modelo heliocêntrico sem que os alunos tenham antes observado sistematicamente no céu os movimentos das estrelas fixas, do Sol, da Lua e dos planetas. Esse procedimento prévio muito os ajudaria a melhor compreender esse sistema, bem como todas as estrelas fixas. O documento citado (*idem*) sugere estabelecer relação entre os diferentes períodos iluminados de um dia e as estações do ano, através da observação direta local e interpretar as informações para diferentes regiões terrestres e, deste modo, compreender o modelo heliocêntrico.

[...] O conhecimento do modelo heliocêntrico de Sistema Solar, com nove planetas girando ao redor do Sol é também difícil, ao colocar-se para os estudantes o conflito entre aquilo que observam, ou seja, o Sol desenhando uma trajetória curva no céu, e aquilo que lhes ensinam sobre os movimentos da Terra. (BRASIL, 1998, p. 39).

Segundo os PCN (BRASIL, 1998), iniciar o estudo de corpos celestes a partir de um ponto de vista heliocêntrico, explicando os movimentos de rotação e translação, é ignorar o que os alunos sempre observaram. Uma forma efetiva de desenvolver as ideias dos estudantes é proporcionar observações sistemáticas, fomentando a explicitação das ideias intuitivas, Solicitando explicações a partir da observação direta do Sol, da Lua, das outras estrelas e dos planetas.

No desenvolvimento desses estudos, é fundamental privilegiar atividades de observação e possibilitar aos alunos elaborarem suas próprias explicações. Por exemplo, nos estudos básicos sobre o ciclo do dia e da noite, a explicação científica do movimento de rotação não deve ser a primeira abordagem sobre o dia e a noite, o que causa muitas dúvidas e não ajuda a compreensão do fenômeno observado nas etapas iniciais do trabalho (BRASIL, 1998).

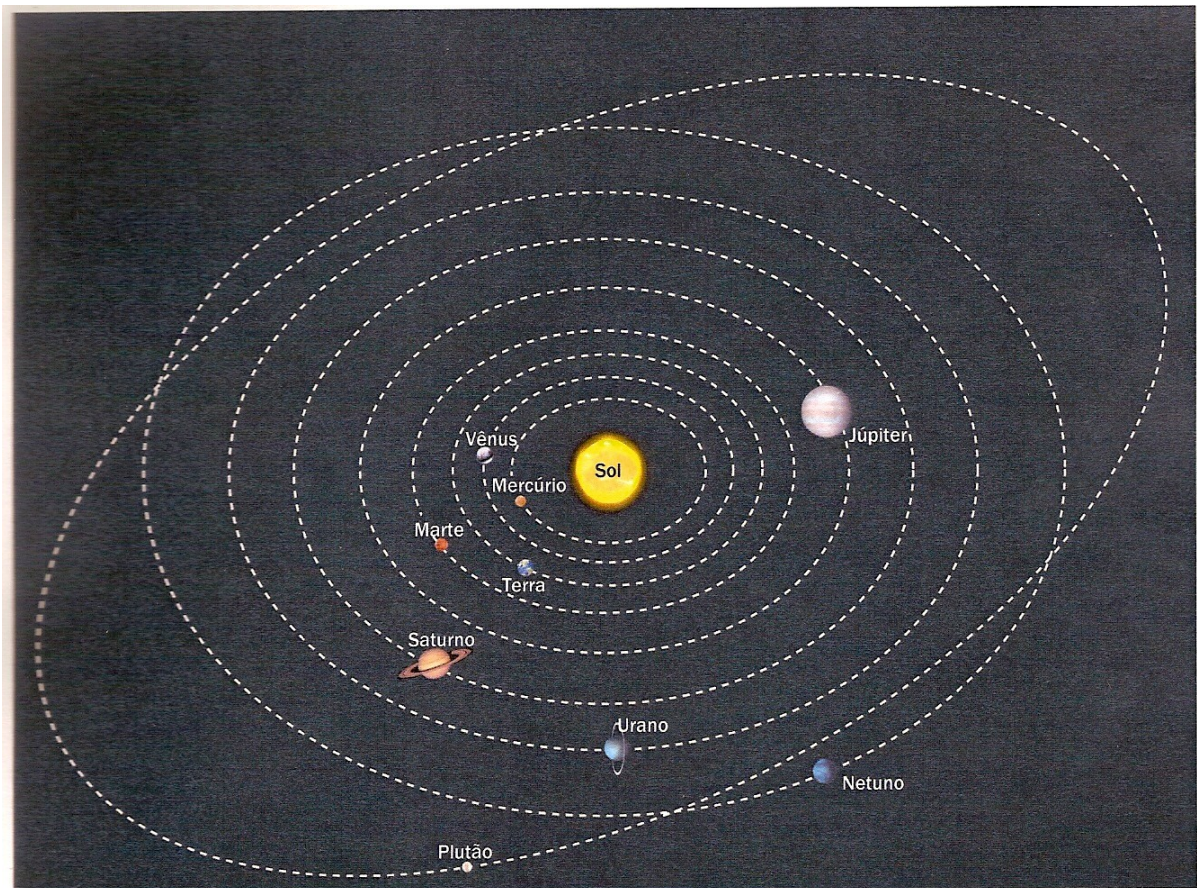
É importante deixar os alunos pensarem, e depois procurar saber deles o que entenderam, e o que perceberam sobre o Sistema Solar, deixando-os verem e perceberem o quanto são imensos esses astros. Sendo assim, será mais fácil para eles perceberem e compreenderem todo esse contexto. Fazê-los entender os movimentos dos planetas e das estrelas para, desta forma, compreender e tirar suas próprias conclusões. Assim, os alunos podem perceber a realidade acerca do Sistema Solar e dos demais astros e, possivelmente, aumentar sua curiosidade.

Nesse contexto, é importante o entendimento dos movimentos falando da força gravitacional, pois eles precisam entender que os planetas não estão “Soltos” no Universo, mas ligados por essa força. Por nem sempre ser possível ministrar esse assunto com aulas práticas, pois nas aulas durante o dia não é possível ver a olho nu outros astros, a não ser o Sol e a Lua, é importante fazer os alunos interessarem-se por esses astros e seus comportamentos.

Como o livro didático é o principal material utilizado pelos professores em suas aulas (AMARAL; MACIEL; XAVIER, 2009; FUNDAÇÃO, 1982; OSTERMANN; RICCI, 2004; RODRIGUES; TEIXEIRA, 2011), vejamos como os mesmos tratam sobre a temática Sistema Solar, foco do nosso trabalho.

2.1 A representação do Sistema Solar nos livros didáticos

A temática Sistema Solar é vista na disciplina Ciências no quarto e no sexto anos e, também em Geografia, no Ensino Fundamental. No sexto ano, em pesquisa realizada com 23 livros didáticos, Rodrigues (2007) constatou que destes, 5 nada tratavam sobre os planetas, exceto sobre a Terra; que os esquemas representativos do Sistema Solar apresentam-no, na maioria das vezes, sem asteroides ou satélites e explicitam (muitas vezes, mas não sempre!) que as representações estão fora de escala em relação aos tamanhos dos planetas e às suas distâncias ao Sol, conforme a figura abaixo.



Há nove planetas conhecidos que giram ao redor do Sol.

Figura 1 - representação do Sistema Solar em livro didático de Ciências do 6º ano.

Fonte: CÉSAR JÚNIOR et al (2006).

Como a maior parte destas representações não incluía satélites naturais, nem cinturão de asteroides, nem demais astros além dos planetas e do Sol, o autor (idem) também verificou as definições sobre o Sistema Solar, conforme descrito no *Dicionário de Astronomia* (OBSERVATÓRIO NACIONAL, 2007), que define o Sistema Solar como “*sistema gravitacional composto pelo Sol e a coleção de corpos celestes que estão em órbita em torno dele*”, o que inclui, além do Sol e planetas, os seus satélites, asteroides, cometas etc. Tendo em vista esta definição, dos livros que abordam o Sistema Solar nos seus conteúdos 66,6% definem corretamente, 16,7% definem como formado pelo Sol e os planetas e 16,7% nada definem, porém, pelos seus esquemas

representativos chega-se a conclusão, por inferência, que o Sistema Solar é formado apenas pelo Sol e os planetas.

Rodrigues (2007) comenta ainda que 44,4% dos livros analisados que tratam sobre o Sistema Solar comentam sobre a evolução das teorias sobre o comportamento do Universo (teorias geocêntrica e heliocêntrica); que cerca de 55,6% dos livros que abordam a temática Sistema Solar/planetas, abordaram questões sobre a origem do Universo (*Big Bang*) e/ou formação do Sistema Solar (nuvem de gás e poeira) como uma explicação para entendermos melhor de onde viemos. Também comenta que aproximadamente 72,2% dos livros com conteúdos sobre os planetas apresentam suas características, tais como distâncias médias dos planetas ao Sol, período de revolução em torno do seu próprio eixo (rotação), período de revolução ao redor do Sol (translação), números de satélites orbitando ao redor de cada planeta, origem do nome, etc.

Algo que chama a atenção no artigo de Rodrigues (2007) é que dos livros que contemplam assuntos que dizem respeito aos planetas, 50,0% apresentam atividades práticas para facilitar o entendimento dos alunos especialmente sobre a diferença entre os tamanhos dos planetas e/ou as suas distâncias relativas ao Sol. Nos chama atenção o seguinte fato: se existe isto nos livros e se os livros são os principais materiais utilizados pelos professores, por que nem estes sabiam sobre este assunto? (LEITE; HOUSOME, 2008).

Uma resposta para isto pode ser verificada a partir do que comentou Nogueira Nogueira (2009), que afirmou que quando os livros abordam o “Sistema Solar” geralmente trazem uma figura esquemática do Sistema Solar, compondo o Sol e os planetas. Só que não os apresenta em escala e isto é um problema. Mas apesar de não estarem em escala, os planetas maiores estão representados por círculos grandes e os planetas menores por círculos pequenos. Mas eles estão tão fora de escala, que a Terra parece ser a metade de Júpiter e este 3 ou 4 vezes menor que o Sol.

Sendo assim, a forma que os livros didáticos apresentam o Sistema Solar, dificulta bastante o entendimento dos alunos. As figuras vêm quase sempre desproporcionais, fazendo com que o aluno aprenda de forma errada, e quando o professor vai mostrar corretamente, cria-se um “conflito” entre eles.

É fácil perceber quando estamos ministrando aulas com os alunos do Ensino Fundamental, que eles têm dificuldades em entender as distâncias e tamanhos dos planetas, pois as informações dos livros didáticos não ajudam muito. Desta forma surgiu o questionamento da nossa pesquisa: como fazer os alunos compreenderem bem o tamanho dos astros do Sistema Solar e as distâncias entre eles, de modo simples e com os recursos disponíveis na escola?

Para respondermos isto objetivamos investigar se uma atividade lúdica, sob a forma de oficina pedagógica elaborada com materiais de baixo custo pode tornar claras tanto as dimensões quanto as distâncias entre os astros do Sistema Solar. Especificamente buscamos compreender a visão que os alunos do Ensino Fundamental têm sobre estes aspectos dos corpos celestes; testar a oficina pedagógica que trata sobre as dimensões e distâncias entre os astros do Sistema Solar; verificar se a compreensão dos alunos do Ensino Fundamental em relação ao Sistema Solar foi modificada após a realização da oficina.

3. Metodologia

Para alcançar os objetivos almejados, realizamos com os alunos das séries finais do Ensino Fundamental uma oficina pedagógica que tratava sobre a dimensão dos corpos celestes do Sistema Solar e a distância entre eles. Antes de iniciar a oficina foi entregue para o grupo um questionário e foi dado um tempo para que respondessem. Este questionário tinha o objetivo de compreender o que alunos sabiam sobre o nosso Sistema Solar.

Escolhemos uma turma multisseriada⁴ com alunos do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental, pelo fato de termos a compreensão que estes alunos estão à margem do sistema de ensino, além do fato de trabalhar há mais de dois anos em uma Escola Municipal na periferia de Teresina, em um projeto do Governo Federal, o Mais Educação, que tem como objetivo recuperar estes alunos nas disciplinas exatas que sentem mais dificuldades, mas também ensiná-los e prepará-los para a vida, se relacionar com as outras pessoas e conservar o meio ambiente. Esses motivos levaram à escolha desse grupo para compor essa pesquisa.

A opção pelo questionário se deu porque precisaríamos obter informações sobre o conhecimento dos alunos acerca do Sistema Solar em um curto espaço de tempo. O questionário “é um instrumento de coleta de dados, constituído por uma série ordenada de perguntas, que devem ser respondidas por escrito e sem a presença do entrevistador.” (MARCONI; LAKATOS, 2007, p. 203). Desta forma a utilização do questionário nos daria a possibilidade de alcançar um quantitativo maior de alunos e em um menor período de tempo, em relação a outros métodos de coleta de dados, tal como a entrevista.

Marconi e Lakatos (2007, p. 203-4) nos dão algumas vantagens e algumas desvantagens desta técnica. Entre as vantagens, destacamos: economiza tempo, viagens e obtém grande número de dados; atinge maior número de pessoas simultaneamente; obtém respostas mais rápidas e mais precisas; há maior liberdade nas respostas, em razão do anonimato; há mais segurança, pelo fato de as respostas não serem identificadas; há mais uniformidade na avaliação, em virtude da natureza impessoal do instrumento.

Entre as desvantagens, destacamos: grande número de perguntas sem respostas; impossibilidade de ajudar o informante em questões mal compreendidas; a dificuldade de compreensão por parte dos informantes leva a uma uniformidade aparente; exige um Universo mais homogêneo (MARCONI; LAKATOS, 2007, p. 203-4).

Ainda que o questionário apresente algumas desvantagens, como dispúnhamos de pouco tempo, pois esta pesquisa era para um trabalho de conclusão de curso, este instrumento de coleta de dados apresentou-se como ideal.

Após aplicarmos o questionário, realizamos a oficina propriamente dita. Para isto nós utilizamos: papel alumínio, jornais usados, balões GG (para representar o Sol), compressor, Ficha-gabarito dos 8 planetas e de Plutão na escala adotada durante as

⁴ Multisseriada é uma turma de alunos de séries diversificadas, ou seja, turma de alunos de séries variadas em uma mesma sala em mesmo horário. Normalmente este tipo de sala ocorre em localidades que não têm uma boa infraestrutura escolar, especialmente em cidades de interior, zonas rurais, áreas indígenas ou de quilombolas ou que seguem o método de Maria Montessori.

oficinas⁵, imagens do Sistema Solar extraídas de livros didáticos, notebook, projetor, pincel para quadro branco, quadro branco, apagador e trena.

A oficina iniciou com a projeção das imagens do Sistema Solar dos livros didáticos e a discussão acerca destas. A nossa intenção com isto era fazer os alunos compreenderem que existem muitos erros nos livros didáticos quando o assunto tratado é o Sistema Solar, especialmente em relação ao tamanho dos astros (parecem que todos os planetas têm dimensões muito parecidas), à distância e organização dos astros (as imagens nos dão a impressão que os planetas estão alinhados e que as distâncias entre eles é basicamente uniforme).

Após isto, foi entregue aos participantes da oficina a ficha-gabarito com os diâmetros representativos dos astros. O valor destes diâmetros está na coluna *Diâmetro em mm*, na Tabela 1, abaixo. Os participantes deveriam fazer bolinhas com o papel alumínio e deixá-las do tamanho dos círculos impressos na ficha-gabarito. Os círculos da ficha-gabarito mostram a dimensão dos planetas do Sistema Solar e Plutão em escala. Para os astros menores (Mercúrio, Vênus, Terra, Marte e Plutão), as bolinhas eram feitas apenas com o papel alumínio. Para os astros maiores (Júpiter, Saturno, Urano e Netuno), as bolinhas eram confeccionadas com o jornal e depois cobertas com o papel alumínio. Como o diâmetro do Sol era muito maior que os dos demais astros, utilizamos para representá-lo um balão de festa GG (daqueles que colocam doces dentro e vendam os olhos das crianças para estourá-lo) e utilizamos um cordão como gabarito para o seu diâmetro. O balão foi cheio com o auxílio de um compressor.

Astro	Raio equatorial (km)	$R_{\text{Astro}}/R_{\text{Terra}}$	Raio na escala (mm)	Diâmetro na escala (mm)	Diâmetro equatorial (km)
Sol	695.000	109,0	400,0	800	1.390,00
Mercúrio	2.439,7	0,4	1,4	2,8	4.879,4
Vênus	6.051,8	0,9	3,5	7,0	12.103,6
Terra	6.378,14	1,0	3,7	7,3	12.756,28
Marte	3.397,2	0,5	2,0	3,9	6.794,4
Júpiter	71.492	11,2	41,1	82,3	142.984
Saturno	60.268	9,4	34,7	69,4	120.536
Urano	25.559	4,0	14,7	29,4	51.118
Netuno	24.746	3,9	14,2	28,9	49.492
Plutão	1.160	0,2	0,7	1,3	2.320

Tabela 1 - Dimensões dos corpos celestes, em valores reais e nos valores utilizados na oficina.

Fonte: Canalle e Matsuura (2012, p. 92).

Após confeccionarmos os planetas, o Sol e Plutão, fomos trabalhar as distâncias entre eles. Foi escrito no quadro branco uma tabela que indicava estas distâncias em quilômetros e também na escala utilizada por nós na oficina, em centímetros. Estes valores podem ser observados na Tabela 2, abaixo. Os alunos deveriam tomar nota destas distâncias para depois, com o auxílio de uma trena, colocar os astros confeccionados anteriormente na distância correta entre eles.

⁵ Este diâmetro representativo é a medida utilizada para trabalharmos as dimensões dos astros. Estas medidas estão listadas na Tabela 1, coluna Diâmetro em mm.

Planeta	Distância média ao Sol (km)	Distância ao Sol na escala adotada (cm)
Mercúrio	57.910.000	5,8
Vênus	108.200.000	10,8
Terra	149.600.000	15,0
Marte	227.940.000	22,8
Júpiter	778.330.000	77,8
Saturno	1.429.400.000	142,9
Urano	2.870.990.000	287,1
Netuno	4.504.300.000	450,4
Plutão ⁶	5.900.000.000	590,0

Tabela 2 - Tabela com as distâncias médias dos planetas ao Sol.

Fonte: Nogueira (2009, p. 72)

Após a realização da oficina, o questionário aplicado anteriormente foi novamente aplicado, para que pudéssemos verificar se houve, de fato, a compreensão do assunto e se a oficina foi realmente eficaz. Os resultados obtidos tanto nos questionários pré e pós oficina, bem como as impressões da própria oficina em si estão compilados na seção 4, a seguir, juntamente com uma discussão.

4. Resultados e discussão

Participaram da nossa pesquisa um total de 22 alunos do Ensino Fundamental, de uma sala multisseriada. Os dados foram recolhidos através de questionários respondidos pelos alunos e através de observações realizadas pelos pesquisadores e anotadas em um diário de campo.

Os alunos desta sala eram assim distribuídos: 05 alunos do 6º ano, 04 alunos do 7º ano, 05 alunos do 8º ano e 08 alunos do 9º ano. Antes de iniciar a oficina, os alunos se mostravam bastante curiosos e sempre perguntando sobre o assunto. A maioria destes falava que não teve nenhuma aula voltada para Astronomia.

Logo no início foi entregue aos alunos o questionário para sabermos o que eles sabiam sobre a Astronomia, especificamente sobre o Sistema Solar. A análise das respostas do questionário foi realizada por cada questão. Antes de comentar sobre as questões é preciso especificar que os alunos foram identificados em nossa análise por letras, sendo assim especificados:

Alunos do 6º ano: A, B, C, D, E (23%);

Alunos do 7º ano: F, G, H, I (18%);

Alunos do 8º ano: J, L, M, N, O (23%);

Alunos do 9º ano: P, Q, R, S, T, U, V, X (36%).

Sabendo-se desta classificação, passemos às respostas. Em relação à questão nº 1: *O que é o Sistema Solar?*, obtivemos as seguintes respostas: Os alunos A, B, D, H, M, R e S deixaram a questão em branco; os alunos E, F, P e Q responderam de forma totalmente errada, sem nenhuma ligação com a resposta correta. Por exemplo, o aluno F respondeu que Sistema Solar é um sistema que envolve o Sol e a Terra, dessa forma,

⁶ Plutão, o planeta anão está relacionado aqui por razões históricas.

sem ligação com a verdadeira definição, pois o Sistema Solar é composto pelo Sol, os planetas e astros como cometas, asteroides, planetóides (ou planetas-anões), etc. que orbitem ao redor do Sol. Os alunos C, G e I confundiram Sistema Solar com o Sistema Planetário. O aluno G, por exemplo, respondeu que era a composição dos planetas e o Sol. Os alunos J, M, U, V e X definiram, mas de maneira incompleta; e os alunos L, N, O e T responderam de maneira correta. Portanto podemos dizer que somente estes 04 alunos souberam responder a questão nº 1, sendo assim observado um percentual de 18% de acerto. Estes dados podem ser vistos na Tabela 3, abaixo:

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
18	50	32

Tabela 3 - O que é Sistema Solar (pré-teste).

Em relação à questão nº 2: *Desenhe o Sistema Solar*, os alunos A, B, C, D, H, I, J e M deixaram essa questão em branco, pois alegavam não saber, e por isso não iriam arriscar fazer de qualquer jeito; os alunos L, N, O, R e S fizeram pela metade e de maneira desproporcional. Por exemplo, o aluno N fez o desenho do Sistema Solar, com os planetas fora da ordem e faltando o planetóide Plutão e o planeta Saturno; os alunos E, M, T, U e X fizeram o desenho, mas de esqueceram uma parte dos planetas; os alunos F, N, P, Q, G e V fizeram o desenho, mas da mesma forma que nos livros didáticos, de forma bem elíptica e enfileirados. Sendo assim, todos ou tinham a concepção errada, ou não sabiam sobre o sistema. Veja por exemplo o desenho de um aluno (Figura 2, abaixo), que de forma encontrada nos livros fez a figura sem colocar os nomes dos planetas e nem o cinturão de Asteroides.

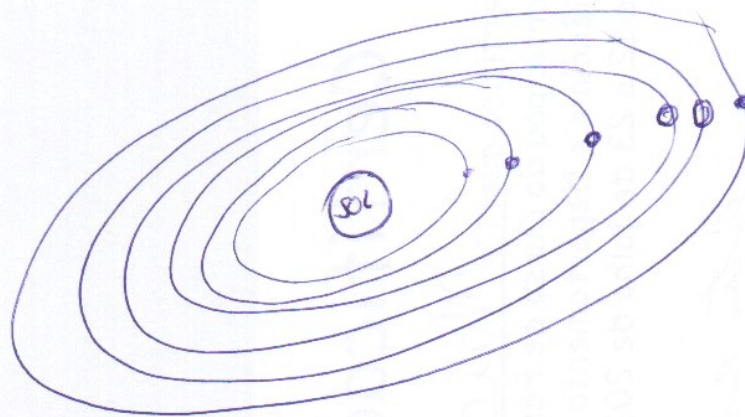


Figura 2 - representação do Sistema Solar (pré-teste).

Observamos que nenhum dos alunos acertou a questão nº 2. Na Tabela 4 estão melhor representados esses resultados.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
0	64	36

Tabela 4 - Desenhe o Sistema Solar (pré-teste).

Na questão nº 3: *Quem é maior: o Sol, a Terra ou a Lua?*, alcançamos resultados bem melhores que na questão anterior, conforme podemos observar na Tabela 5, abaixo.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
64	36	0

Tabela 5 - Quem é maior: o Sol, a Terra ou a Lua? (pré-teste).

Os alunos A, B, E, H, G, J e M responderam que às vezes a Lua está maior; os alunos I, O e P disseram em suas respostas que a Terra é bem maior, pois a Lua e o Sol seriam bem menores. O aluno P, por exemplo, disse que ao olhar para a Lua percebemos que ela é pequena e portanto, é visível que o Sol tem tamanho próximo do tamanho da Lua. Os alunos restantes (D, E, F, J, L, M, N, Q, R, S, T, U, V e X) responderam que seria o Sol. Nessa questão tivemos 64% de acerto, mas sem nenhum comentário. Segundo o aluno V, o Sol é superior em tamanho.

A questão nº 4: *Será que no Sol caberia a Terra e a Lua ou mesmo outro planeta?* os alunos F, G, H, M, N, T, U e X deixaram a questão em branco, alegando não entender a pergunta; os alunos A, B, J, Q, S e V responderam que não, como o aluno J, que disse em sua resposta que não seria possível isso acontecer, porque os dois juntos não caberiam no Sol; já os alunos C, D, E, I, L, O, P, Q, R e T responderam que sim. Entre eles, alguns disseram que caberiam até mais planetas. Nesta questão foi percebido com clareza que os tamanhos dos astros não são bem compreendidos pelos alunos.

Consideramos nessa questão, um percentual de 46% de acerto. Podemos visualizar estes dados na Tabela 6 abaixo:

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
46	18	36

Tabela 6 - Será que no Sol caberia a Terra e a Lua, ou mesmo outro planeta? (pré-teste).

Na questão nº 5: *O Sol, por causa do seu tamanho, passaria entre a Terra e a Lua?* obtivemos o seguinte resultado:

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
13	51	36

Tabela 7 - O Sol, por causa do seu tamanho, passaria entre a Terra e a Lua? (Pré-teste).

Os alunos A, B, C, D, E, F, G e X deixaram a questão em branco; os alunos H, M, O, S, U e V, responderam que não. O aluno G, por exemplo, disse que o Sol tinha uma dimensão maior que a distância entre a Terra e a Lua e os outros não disseram o porquê; os alunos N, Q e T responderam que passaria porque a distância entre a Terra e a Lua é muito grande; o restante dos alunos (I, J, L, M, N, P e X) respondeu com respostas incompletas. Por exemplo, o aluno P respondeu somente que o Sol não passaria entre a Terra e a Lua. Aqui tivemos um percentual de acerto muito baixo, aproximadamente 13%. Isso mostra que os alunos não estão percebendo o real tamanho desse astro (o Sol).

Na questão nº 6: *Quem se movimenta é o Sol ao redor da Terra ou a Terra ao redor do Sol?*, os alunos A, F, G, J, L e N responderam que os dois se movimentam (Sol e Terra) mas não souberam explicar o porquê. A resposta do aluno L ilustra bem isto, pois ele disse que o Sol se movimenta mais lentamente, e a Terra com movimentos mais rápidos, deixando a resposta sem ligação com o correto. Os alunos C, D, L, M e X deixaram a questão em branco; os alunos B, E, P, Q e T responderam que quem se

movimenta é o Sol, e não a Terra; e os alunos H, I, O, R, S, U e V responderam que é a Terra que se movimenta ao redor do Sol. Como exemplo vejamos o aluno R, que colocou em sua resposta que, como a Terra é muito menor que o Sol, não seria possível que o Sol se movimentasse ao redor da Terra. Nesta questão também temos um número pequeno de acerto (de aproximadamente 32%). Esta foi a última questão respondida antes do início da realização da oficina e os seus resultados estão melhor explicitados na Tabela 8 abaixo:

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
32	45	23

Tabela 8 - Quem se movimenta é o Sol ao redor da Terra ou a Terra ao redor do Sol? (pré -teste).

Sabemos que, na verdade, tanto o Sol se movimenta quanto a Terra, porém, não um ao redor do outro, mas sim do centro de massa do Sistema. Porém, como o Sol detém 99,85% da massa do Sistema Solar (UFRGS, 2014), podemos considerar que a Terra e demais corpos celestes deste sistema orbitam ao redor do Sol, pois é praticamente no centro desta estrela que se encontra o centro de massa do sistema.

A resposta desta questão, de certa forma, não nos causa surpresa, visto que em pesquisa recente divulgada pelo governo americano (NSF, 2014), um quarto da população estadunidense não sabia que a Terra orbitava em torno do Sol.

Em seguida, foi projetado um arquivo *Power Point* com figuras extraídas do artigo de Rodrigues (2007) que explicitam os problemas usualmente encontrados na interpretação das imagens utilizadas nos livros didáticos, quanto às formas de representação do Sistema Solar, com os planetas todos enfileirados e fora de escala. Depois foi explicado sobre a forma elíptica da órbita dos planetas ao redor do Sol e comentado sobre as distâncias dos planetas ao Sol.

Com ajuda de uma tabela (Tabela 1, na Metodologia) para facilitar a compreensão das distâncias entre os astros e o Sol, também foi explicada as dimensões dos mesmos. A cada passo, os alunos faziam perguntas, como por exemplo: como o planeta Terra está “Solto” no espaço? Neste momento foi necessário explicar a força gravitacional. A maioria dos alunos disse saber o que era isso. A explicação foi dada de uma forma bem dinâmica, destacando que os maiores têm o domínio dos menores, ou seja, os menores orbitam (giram) ao redor dos maiores. A aula fluiu de forma bastante interessante e os alunos se mostravam muito curiosos à medida que estávamos nos aprofundando no assunto.

Na sequência, foi dado uma ficha-gabarito com os tamanhos dos planetas e de Plutão (o planeta anão) em escala e feita a divisão dos grupos da seguinte forma:

Grupo	Componentes
I	A,F,H,J,P
II	B,C,G,M,Q
III	L,E,I,R,S,T
IV	D,N,O,U,V,X

Tabela 9 - Divisão dos alunos da sala multisseriada durante a oficina.

Optamos por trabalhar com os grupos heterogêneos, mesclados por série, para que um aluno mais experiente pudesse auxiliar outro e haver uma maior troca de informações. Os alunos em cada grupo iriam construir representações para os seus

planetas, em escala, com o material que usamos e já foi citado antes. Com os planetas menores, foi usado papel alumínio, e os maiores, com jornais usados, e, como o Sol é bastante grande, foi feita uma pergunta aos alunos: Quantos jornais serão necessários para fazermos o Sol, tendo em vista que o Sol tem 80,0 cm de diâmetro, nesta escala?

Os alunos ficaram calados, sem saber como seria representado o Sol, pois não teria tanto jornal naquela sala para que eles pudessem construí-lo naquela dimensão. Neste momento foi mostrado que o Sol seria representado por um balão de aniversário (bexiga GG), daqueles que são colocados bombons em seu interior para que as crianças estourem no "quebra-panela".

Com essa oficina ficou visível que o aprendizado foi muito proveitoso, pois, através dela os alunos compreenderam melhor o nosso Sistema Solar. Ao final dessa oficina foi perguntado aos alunos se eles acham importante a conservação do planeta Terra, bem como a forma de coletar e destinar o lixo que produzimos e se eles acham que a Terra seria "infinita", com recursos disponíveis ao nosso dispor. Eles falaram com muita certeza que a Terra é muito pequena em relação ao sistema no qual ela está inserida. Disseram ainda que a conservação do planeta é essencial, e que nós somos muito pequenos em relação ao Universo.

Logo em seguida fizemos uma comparação em relação às distâncias dos planetas ao Sol. Usamos o passo para uma unidade astronômica (1 U.A.)⁷ para que ficassem bem próximo das medidas, em escalas proporcionais, ficando bastante claro suas distâncias e de forma prática. Foi notório o interesse dos alunos, sobretudo no que diz respeito às dúvidas apresentadas antes do início dessa oficina.

Após a realização da oficina, foi entregue aos alunos novamente o mesmo questionário para avaliarmos se a oficina tinha sido proveitosa para uma melhor compreensão do nosso Sistema Solar. As respostas foram comparadas com as respostas dadas na aplicação anterior do questionário.

Em relação à questão nº1: *O que é o Sistema Solar?*, os resultados foram os seguintes:

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
73	9	18

Tabela 10 - O que é Sistema Solar (pós-teste).

Dos alunos que deixaram a questão em branco apenas os alunos B, D, H e S continuaram com esta questão em branco. Em relação à questão nº 1 em branco tivemos um avanço de aproximadamente 57%. Dos alunos que responderam de forma errada no primeiro questionário, apenas os alunos F e P não conseguiram responder corretamente após a oficina. Apesar disto, tivemos um avanço de aproximadamente 50%.

Dos alunos que confundiram o Sistema Solar com o Sistema Planetário (C, G e I), somente o aluno I não conseguiu distinguir um sistema do outro conseguindo, assim, um avanço de 67%. Dos alunos que definiram de forma incompleta na primeira etapa (J, M, U, V e X), todos conseguiram definir completamente no segundo questionário, sanando 100% da dificuldade.

⁷ Unidade Astronômica é a distância média da terra em relação ao Sol, que é de aproximadamente 149.600.000 km.

No primeiro questionário considerou-se que apenas 4 alunos acertaram (18%); no segundo este número subiu para 15 alunos. Ou seja, as respostas corretas subiram de 18% para 73% na questão nº 1 após a oficina.

Sobre a questão nº 2: *Desenhe o Sistema Solar*, dos alunos que deixaram a questão em branco no primeiro questionário, apenas os alunos H, J e M deixaram essa questão novamente em branco, melhorando o resultado em 63%. Dos alunos que responderam parcialmente (L, M, N, O, R e S), apenas o aluno S não respondeu a questão completamente, melhorando este índice em 83%. Os alunos que desenharam, porém esqueceram de alguns planetas, não tiveram muito sucesso pois, dos alunos E, M, T, U e X, somente o aluno T conseguiu colocar todos os planetas, fazendo todo o desenho correto; os outros, tal como no primeiro questionário, esqueceram de colocar alguns deles. Vale salientar que no desenho do aluno (Figura 3, abaixo) o Cinturão de Asteroides foi colocado no local errado, visto que encontra-se entre Marte e Júpiter não entre Saturno e Júpiter (erro na posição dos planetas também!).

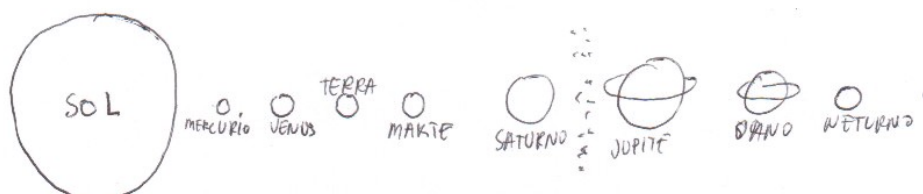


Figura 3 - Representação do Sistema Solar (pós-teste).

Embora a figura acima ainda apresente grandes erros, mas é notória a evolução do aluno, especialmente no que trata sobre a dimensão dos astros. Os resultados desta questão estão na Tabela 11 abaixo.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
68	18	14

Tabela 11 - Desenhe o Sistema Solar (pós-teste).

Em relação à questão nº 3: *Quem é maior: o Sol, a Terra ou a Lua?*, os alunos A, B, E, H, G, J e M que responderam que a Lua às vezes fica visivelmente maior, após a explicação eles entenderam e todos responderam corretamente a questão. Os alunos B, E e G após a oficina, não conseguiram entender porque a Lua fica às vezes maior. Fizeram alguns comentários dizendo não aceitar a explicação dada, por isso continuaram com o erro; os outros conseguiram responder corretamente a questão. Os alunos I, O e P, que disseram que a Terra seria maior que o Sol, logo depois da oficina, concordaram que o maior seria o Sol. Nesta questão, após a oficina, conseguimos 86% de acertos, o maior da nossa pesquisa, conforme podemos verificar na Tabela 12, abaixo.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
86	14	0

Tabela 12 - Quem é maior: o Sol, a Terra ou a Lua? (pós-teste).

Na questão nº 4: *Será que no Sol caberia a Terra e a Lua, ou mesmo outro planeta?*, dos alunos F, G, H, M, N, T, U e X que deixaram a questão em branco no pré-

teste alegando não entender a pergunta, somente os alunos G, M, N e T não souberam responder a questão corretamente, tendo assim um avanço de 50%. Dos alunos que responderam que não seria possível isso acontecer, porque os dois juntos não caberiam no Sol, todos no segundo questionário responderam que caberiam até outros planetas, além da Terra e da Lua, por causa da dimensão do Sol. Neste ponto também houve uma melhoria considerável, pois antes, com os conhecimentos prévios dos alunos, tivemos um número muito grande de questões em branco e de questões erradas. Pudemos perceber, após a oficina, que esse número foi bastante reduzido (Tabela 13).

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
82	18	0

Tabela 13 - Será que no Sol caberia a Terra e a Lua, ou mesmo outro planeta? (pós-teste).

Sobre a questão nº 5: *O Sol, por causa do seu tamanho, passaria entre a Terra e a Lua?*, dentre os alunos A, B, C, D, E, F, G e X que no pré-teste deixaram a questão em branco, somente os alunos B, C e X não conseguiram entender para responder esta questão corretamente no pós-teste. O avanço foi de 63% neste item. Já os alunos H, M, O, S, U e V, que responderam que não no primeiro questionário, mas não justificaram, apenas os alunos M, O e V não souberam dizer o porquê, respondendo corretamente. Dos alunos que primeiramente responderam com respostas incompletas (I, J, L, M, N, P e X), com exceção dos alunos N e X, os demais responderam com exatidão esta pergunta na segunda vez, conforme podemos verificar na Tabela 14 abaixo.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
73	13	14

Tabela 14 - O Sol, por causa do seu tamanho, passaria entre a Terra e a Lua? (pós-teste).

Na questão nº 6: *Quem se movimenta é o Sol a redor da Terra ou a Terra ao redor do Sol?*, dos alunos que responderam que os dois se movimentam, tanto o Sol como a Terra (A, F, G, J, L e N), os alunos G e J responderam que não seria os dois (a Terra e Sol), que se movimentam, mas somente a Terra que gira ao redor do Sol, devido à força gravitacional, uma vez que o Sol tem a maior massa do Sistema Solar (99,85% desta). Os alunos A, F, G, L e N responderam mais corretamente (foi considerado correta esta questão, mas em estudos mais aprofundados sabemos que o Sol também tem seu movimento) dizendo que a Terra gira ao redor do Sol, falando que a força gravitacional que age entre eles, é muito intensa. Nessa questão, houve um avanço de 71% em relação ao primeiro questionário.

Dos alunos que deixaram anteriormente a questão em branco (C, D, L, M e X), os alunos que tiveram um entendimento considerado razoável foram D, L e X, pois as suas respostas, apesar de curtas foram consideradas corretas; e pudemos ver, pelas respostas, que os alunos C e M entenderam que a Terra gira ao redor do Sol. Podemos considerar que tivemos um aumento no entendimento em relação aos movimentos do Sol e Terra em aproximadamente 80%, sabendo que os outros alunos já haviam respondidos corretamente.

A Tabela 15 mostra que as respostas em branco também foram reduzidas consideravelmente.

Correto (%)	Errado (%)	Em branco (%)
64	32	4

Tabela 15 - Quem se movimenta é o Sol a redor da Terra ou a Terra ao redor do Sol? (pós-teste).

Nesta tabela dá para perceber a evolução do que diz respeito aos movimentos Sol-Terra. Os alunos conseguiram entender esses movimentos com um percentual bom, uma vez que os que deixaram a questão em branco passaram de 23%, para 4%; os alunos que responderam errado a questão, passaram de 45% para 32%; e os alunos que acertaram antes da realização da oficina passaram de 32% para 64%, dobrando assim o número de acertos.

Entretanto podemos dizer que o resultado que seria esperado, mesmo se tratando de alunos do Ensino Fundamental, deveria ser melhor, uma vez que esse tema já é considerado bem conhecido por muitos e isso realmente nos surpreendeu.

5. Conclusões

Esse trabalho em forma de oficina, além de ser feito com materiais de baixo custo, nos levou a um resultado bastante satisfatório, e em espaço de tempo curto, pois ficaram claras as dimensões dos planetas, de Plutão e do Sol e as distâncias entre eles para os alunos. No início os alunos da turma multisseriada ficaram desinteressados, mas quando iniciaram as discussões, eles se mostraram curiosos e logo indagaram algumas coisas como: a falta de conteúdo que fálasse sobre os astros na escola, as figuras mostradas dos livros e outras mais.

Em relação ao tamanho do Sol, depois da oficina ministrada, ficou bastante evidenciado o quanto o Sol é grande, pois quando se colocam as medidas em escala, fica muito claro que este é muito maior que os planetas e Plutão. Como estamos com grandes problemas com a poluição que ameaça todo o planeta, trabalhamos a conscientização dos alunos para que eles pudessem perceber a importância da conservação do nosso planeta, uma vez que eles perceberam que a Terra não é tão grande assim e também não é infinita. Se nós não a conservarmos bem, ela um dia vai acabar sendo destruída pela poluição.

Embora muito seja falado na atualidade sobre conservação da natureza, não são tantas ações desenvolvidas na escola para este fim. Esta oficina, de forma simples e direta, evidenciou que nós vivemos em um planeta pequeno e finito, o qual está ameaçado pela poluição. Talvez, o fato de não encontrarmos tão facilmente outros planetas potencialmente habitáveis devesse incentivar os humanos a querer preservar no nosso planeta, até onde fosse possível (algo que parece ser tão raro), um conjunto de condições muito específicos que tem, por ora, permitido nossa existência.

Sabemos que o Universo é imenso, com suas dimensões dadas por unidades como: a Unidade Astronômica - U.A. ($1,496 \times 10^{11}m$), que é a distância da Terra ao Sol; ano-luz ($9,5 \times 10^{15}m$), que é a distância percorrida pela luz em um ano; e o parsec ($3,0 \times 10^{16}m$), que é a distância do Sol que alguém teria que estar para que a distância entre o Sol e a Terra aparecesse como 1" (um segundo de arco) no céu. As unidades mais comumente utilizadas pelos astrônomos são os múltiplos do parsec e, mesmo com esta imensidão (e em expansão!) não foi detectada vida fora da Terra. Logo, devemos nos conscientizar que a preservação da natureza ainda é o melhor caminho para a

preservação da vida na Terra (IVANISSEVICH et al., 2010).

Alguns alunos, quando foi iniciada a oficina, não deram muita atenção, comentando que não seria importante aquele assunto para a vida, que eles não iriam usar para nada. Por isso, alguns, como os alunos F, I e X, perguntaram se poderiam deixar de responder, pensando que seus nomes iriam ser expostos e por isso não queriam responder algumas das questões. Mas, quando foi iniciada a exposição do conteúdo, estes alunos foram se envolvendo com a oficina e, aos poucos, percebendo o quanto era importante para a vida de toda a sociedade. No final eles perceberam que deveria haver ainda muito mais discussões sobre esse tema.

Embora a oficina tenha sido realizada em uma turma multisseriada, acreditamos que os resultados obtidos nesta não seriam diferentes em outras turmas de ensino regular da rede pública. É importante que os professores possam ser melhor capacitados, dando-lhes condições para compreenderem mais este assunto de forma a levá-los a ensinar os conteúdos de Astronomia com segurança e criatividade. Desta forma, acreditamos que os alunos possam interessar-se mais pela Astronomia, conteúdo que tem suma importância para o ser humano desenvolver melhor o seu senso crítico e compreender o Universo em sua totalidade.

Novas pesquisas sobre essa temática devem ser realizadas e novas metodologias para o ensino dos conteúdos astronômicos desenvolvidas, pois através da Astronomia podemos estudar diversas outras disciplinas, como a Física, a História, etc. A Astronomia é interessante, desde que seja vista de forma compreensível, pois, o Universo nos cerca e nos dá muitas respostas, mas também, muitas perguntas...

Referências

AFONSO, G. B.; FERNANDES, J. M.; NADAL, T. M.; SILVA, P. S. Constelação de Escorpião na mitologia indígena. **Ciência Hoje**, n. 280, v. 47, p. 40 - 45, abr. 2011.

AMARAL, C. L. C.; XAVIER, E. S.; MACIEL, M. L. Abordagem das relações ciência/tecnologia/sociedade nos conteúdos e funções orgânicas em livros didáticos de Química do ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 14, n. 1, p.101-114, 2009. Disponível em: <http://www.if.ufgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID210/v14_n1_a2009.pdf>. Acesso em: 13 mar. 2013.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: ciências naturais**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1997.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais: terceiro e quarto ciclos do Ensino Fundamental - Ciências Naturais**. Brasília: MEC/SEF, 1998.

CANALLE, J. B. G; MATSUURA, O. T. **Manual de astronomia**. Rio de Janeiro: Sinergia, 2012.

CÉSAR JÚNIOR, S. et al. **Ciências: entendendo a natureza - o mundo em que vivemos**. 22ª ed. São Paulo: Saraiva, 2006.

DRIVER, R. Students' conceptions and the learning of science. **International Journal of Science Education**, v.11, special issue, p.481-490, 1989.

FUNDAÇÃO Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa nacional por amostra de domicílio** (PNAD). Rio de Janeiro, 1982.

IVANISSEVICH, A. et al. **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro: Instituto Ciência Hoje, 2010.

LANGHI, R; NARDI, R. Dificuldades interpretadas nos discursos de professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental em relação ao ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, p. 75-92, 2005. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/num2/A3%20n2%202005.pdf>>. Acesso em: 13 jun. 2013.

LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A construção do saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Tradução Heloísa Monteiro e Francisco Settineri. Porto Alegre: Artes Médicas Sul Ltda.; Belo Horizonte: Editora UFMG, 1999.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. As dimensões espaço e tempo do Sistema Solar na formação continuada de professores de ciências. **Atas do XI encontro de pesquisa em ensino de física**. Curitiba, 2008. Disponível em: <http://www.cienciaao.usp.br/dados/epenf/_asdimensoesespacoetempod.trabalho.pdf>. Acesso: em 02 nov. 2014.

MARCONI, M.A.; LAKATOS, E.M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2007.

NOGUEIRA, Salvador. **Astronomia**: Ensino Fundamental e Médio. Brasília: MEC/SEB; MCT/AEB, 2009.

NSF. **Science and Engineering Indicators 2014**. Arlington (VA) - USA, 2014. Disponível em: <<http://www.nsf.gov/statistics/seind14/>>. Acesso em: 14 Mar. 2014.

OBSERVATÓRIO NACIONAL. **Dicionário de astronomia**. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.on.br/glossario/frame_ie.html>. Acesso em: 14 abr. 2007

OSTERMANN, F.; RICCI, T. S. F. Relatividade restrita no ensino médio: os conceitos de massa relativística e de equivalência massa-energia em livros didáticos de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 21, n. 1, p. 83-102, 2004. Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6440/5956>>. Acesso em: 30 abr. 2014.

RODRIGUES, M. A. Os planetas do Sistema Solar em livros didáticos de ciências da quinta série do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.2, n. 2, p. 1-10, ago. 2007. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/main/artigos/artigos/Artigo_ID36/pdf/2007_2_2_36.pdf>. Acesso em: 14 out. 2012.

RODRIGUES, M. A.; TEIXEIRA, F. M. O ensino de física nas séries iniciais do Ensino Fundamental na Rede Municipal de Ensino do Recife segundo os seus docentes. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 4, p. 4401-1-4401-11, dez. 2011.

TEODORO, S. R. **A história da ciência e as concepções alternativas de estudantes como subsídios para o planejamento de um curso sobre atração gravitacional.** 2000. 327f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências da UNESP, Bauru, 2000. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20000316_TEODORO%20SANDRA%20REGINA.pdf>. Acesso em: 08 jun. 2013.

TIGNANELLI, H. L. Sobre o ensino da Astronomia no Ensino Fundamental. In: WEISSMANN, H. (org.). **Didática das ciências naturais:** contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.

UFRGS. **O Sistema Solar.** Porto Alegre, 2014. Disponível em <http://astro.if.ufrgs.br/Solar/Solarsys.htm>. Acesso em 14 Mar. 2014.

CIÊNCIA NAS ESCOLAS: OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DE UM ECLIPSE SOLAR PARCIAL

*Leonardo Barbosa Torres dos Santos*¹

*Everaldo Faustino dos Santos*²

*Leonardo Oliveira das Neves*³

Resumo: Fenômenos como eclipses despertam o interesse e a curiosidade dos seres humanos desde a Antiguidade. Em virtude disso, a monitoração sistematizada desses eventos poderia ser utilizada para despertar o interesse das pessoas desde uma simples contemplação, ou pelo interesse didático ou para pesquisa científica. O objetivo do presente trabalho é estimular a aplicação e desenvolvimento de pesquisas científicas no ambiente escolar. Para isso, propõe-se a monitoração de eclipses solares. Registros fotográficos serão obtidos pelos estudantes, utilizando equipamento apropriado para a observação solar. Em análises das fotos, serão determinados parâmetros representativos das características e da evolução desses interessantes eventos astronômicos. Os resultados poderão ser comparados com previsões de alta precisão. Uma descrição pormenorizada da metodologia e dos recursos a serem empregados nas observações é também fornecida.

Palavras-chave: Eclipse; Ensino; Pesquisa científica; Astronomia.

CIENCIA EN LAS ESCUELAS: OBSERVACIÓN Y ANÁLISIS DE UN ECLIPSE SOLAR PARCIAL

Resumen: Los fenómenos naturales, tales como los eclipses, despiertan el interés y la curiosidad de los seres humanos desde la antigüedad. En virtud de esto, la observación sistemática de estos eventos podría ser utilizada para despertar el interés de la gente desde la simple contemplación hasta el interés didático, o para la investigación científica. El objetivo de este estudio es el de estimular la aplicación y el desarrollo de la investigación científica en el ámbito escolar. Para eso, se propone la observación de los eclipses solares. Los alumnos irán a obtener registros fotográficos, utilizando equipamiento adecuado para la observación del Sol. Analizando las fotos, se determinarán los parámetros representativos de las características y de la evolución de estos acontecimientos astronómicos. Así, los resultados podrán ser comparados con las predicciones de alta precisión. También se ofrece una descripción detallada de la metodología y los recursos que serán utilizados en las observaciones.

Palabras clave: Eclipses; Enseñanza; Investigación científica; Astronomía.

SCIENCE AT SCHOOLS: OBSERVATION AND ANALYSIS OF A PARTIAL SOLAR ECLIPSE

Abstract: Natural phenomena, such as eclipses, prompt interest and curiosity of humans since antiquity. For this reason the systematic monitoring of these events could be used to raise people's interest from the simple contemplation, to didactic interest or to scientific research. The objective of this paper is therefore to stimulate the application and development of scientific research in the school environment. For this aim we propose to monitor solar eclipses. Students should obtain photographic registers using appropriated equipment for the observation of the Sun. Throughout analyses of photographs it should be possible to determine representative parameters of the characteristics and evolution of these interesting astronomical events. The results could be compared to highly accurate predictions. A detailed description of the methodology and features to be applied to observations is also provided.

Keywords: Eclipse; Teaching; Scientific research; Astronomy.

¹ Mestrando em Engenharia e Tecnologia Espacial pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais e membro da União Astronômica Céu de Pernambuco (UACP). E-mail: <leonardobarbosat@hotmail.com>.

² Presidente da Sociedade Astronômica do Recife (SAR). E-mail: <everaldo_faustino@yahoo.com.br>.

³ Secretário da Sociedade Astronômica do Recife (SAR). E-mail: <leonardo.astronomia@gmail.com>.

1. Introdução

O estudo dos astros é um tema que fascina o ser humano desde os primórdios. Na Antiguidade, os humanos perceberam a relação do movimento dos corpos celestes para a contagem do tempo, que não só ajudava na contagem do mesmo, mas também era fundamental para definir as épocas de plantio e colheita ao longo do ano (GAMA; HENRIQUE, 2010).

Atualmente é possível verificar a interdisciplinaridade entre a crescente evolução da tecnologia voltada à astronomia e sua aplicação em áreas como meteorologia, telecomunicações, medicina, farmácia, entre outros; todas envolvendo tecnologias inicialmente voltadas ao estudo dos astros, como a fabricação de espelhos, telescópios e satélites. O estudo da astronomia é, portanto, uma importante ferramenta para o ensino da ciência em geral, justamente por seu aspecto de interdisciplinaridade e também sua ligação direta com outros ramos de estudo como a física, biologia, química, história e geografia (DIAS; RITA, 2008).

A partir da riqueza de direcionamentos que pode ser dado com o estudo da astronomia, surgem questionamentos de como pode ser feita a interligação de disciplinas ministradas em escolas de ensino médio, cursos de licenciatura e eventos astronômicos, como um eclipse.

Podemos discutir problemas do tipo: como um eclipse pode mostrar a mudança na taxa de rotação da Terra (STEPHENSON, 2003)? De que forma esse registro pode ajudar a verificar se as Leis de Kepler e a gravitação universal estão coerentes? Um registro de um eclipse não só serve para a sala de aula, como é de extrema importância para pesquisas científicas. Trevisan (2004), por exemplo, diz que existe uma tendência mundial para que cada vez mais haja algum entrosamento entre os amadores e os profissionais da área de astronomia (LANGHI, 2009). Uma idéia é usar os eclipses lunares totais, por exemplo, como indicadores de níveis globais de aerossóis de origem vulcânica (VITAL, 2004). Os dados do registro de um eclipse lunar, por exemplo, ajudam a fornecer interessantes informações a respeito das características globais da camada opticamente ativa da Terra. Foi verificado, por exemplo, que a violenta explosão do Monte Pinatubo em junho de 1991 ocasionou uma grande redução no brilho da Lua no meio do eclipse de dezembro de 1992 (VITAL, 2004). Medidas da magnitude de eclipses solares constituem uma fonte de informações para o aperfeiçoamento das previsões de eclipses futuros em casos nos quais o raio do Sol e da Terra se tornam muito próximos ou em eclipses rasantes, nos quais a área ocultada do Sol aproxima-se do limiar de percepção visual, mesmo no máximo do evento. Os instantes dos contatos podem ser utilizados na previsão do ΔT , que se acumula em virtude de irregularidades no movimento de rotação da Terra. A determinação do ΔT vai além do escopo deste trabalho, e não será detalhada neste trabalho. No entanto, caso haja interesse em entender um pouco de como a observação de um eclipse pode ajudar nesta determinação, é sugerida a leitura mais aprofundada do artigo de Stephenson (2003), que encontra-se referenciado ao final deste trabalho.

Esses são apenas alguns exemplos do que se pode fazer com uma observação e registro bem feito de um eclipse.

Por meio da observação de um objeto, seu estudo e sua problematização, pode-se colocar em pauta uma discussão enriquecedora na relação professor-aluno. A

astronomia pode mostrar-se motivadora, principalmente por seu caráter mitológico e misterioso, o que confere a esta ciência certa empatia e estimula a curiosidade, e consequente interesse dos alunos (GAMA; HENRIQUE, 2010). O ensino das ciências no Brasil está muito aquém do seu potencial de desenvolvimento e a nova geração de jovens, embora dê a merecida importância para os avanços científicos, não se interessam pela carreira, reduzindo a admiração que têm pelo trabalho dos cientistas a cumprimentos (OLIVEIRA, 1998). O trabalho que segue busca estimular no ambiente escolar (ensino médio) a aplicação e o desenvolvimento de pesquisas científicas, utilizando métodos científicos. Para tanto, este trabalho traz uma proposta aos professores em geral uma atividade pedagógica sobre como fazer um registro de um eclipse solar, pois, embora o eclipse solar seja um fenômeno bastante procurado pelos interessados em Astronomia, poucos sabem como fazer seu registro.

No presente trabalho, portanto, mostraremos como fizemos o registro e análise de um eclipse solar parcial e de que forma isto pode servir de incentivo aos docentes para a realização deste trabalho com os seus alunos.

2. Registro e análise do eclipse solar parcial

Para fazer o registro de um eclipse, são necessários alguns equipamentos indispensáveis na obtenção de um bom resultado: câmera fotográfica, tripé para estabilização da câmera, ajuste do horário da câmera com o horário oficial (no caso do Brasil, o horário de Brasília) e um filtro solar acoplado na objetiva da câmera (Figura 1), pois observar o sol sem proteção adequada pode resultar em danos permanentes na visão ou até cegueira total do observador.



Figura 1 - Câmera com tripé e Filtro solar à frente da objetiva.

Estes equipamentos são a base do trabalho que se segue. Munidos destes, é possível fazer um registro de um eclipse solar parcial, e desta forma foram obtidos os dados que serviram como base deste estudo.

A utilização de novos métodos de ensino, em detrimento aos antigos moldes, é consequência da evolução tecnológica e do desenvolvimento da sociedade. Observa-se uma necessidade cada vez maior de adequar os métodos de ensino para que o aluno mantenha-se interessado nos assuntos dados em sala de aula. Estas novas técnicas visam aproximar alunos e professores e contribui sensivelmente no aprendizado. Uma das abordagens que possui significativa contribuição no aprendizado é a modelagem matemática (SILVA, 2014), uma ação pedagógica cujo objetivo é tornar as aulas desta ciência mais interessante e atrativa.

Neste trabalho, buscamos incentivar o professor de matemática a utilizar o método dos mínimos quadrados (ferramenta estatística muito útil para várias áreas do conhecimento, inclusive para a Astronomia), ou outro que for de preferência para o professor, para obter o melhor ajustamento parabólico. Assim, os alunos vão se familiarizar com a forma de fazer o ajuste de curva sobre os pontos coletados (SILVA, 2014), e consequentemente poderão fazer o ajuste da curva à mão e entender melhor a importância da estatística para astronomia.

O conhecimento de programas computacionais é componente indispensável para pesquisas científicas e o uso de ferramentas gráficas vem tornando o uso da informática muito comum na área da astronomia, permitindo ao usuário final fazer uma análise de dados e armazenar as informações geradas. Por conta disto, queremos estimular no professor leitor desta pesquisa o uso de algum programa computacional para os estudantes irem se familiarizando com a importância desses programas. Neste trabalho foi usado o *software* gráfico *Gnuplot*, mas qualquer programa que seja capaz de encontrar as raízes de um polinômio e esboçar gráficos pode ser utilizado.

O registro feito neste trabalho foi do eclipse que ocorreu no dia 03 de novembro de 2013, a partir do qual será descrito o passo-a-passo necessário para obter os seguintes parâmetros do eclipse: o instante do primeiro contato, o instante do máximo do eclipse, o instante em que ocorre o último contato e a estimativa da magnitude do eclipse. Os registros foram feitos através de uma câmera fotográfica *Canon EOS Rebel T3i*, objetiva de 300 milímetros, diretamente apontada para o Sol com um filtro solar apropriado (filtros de polímeros metalizados que são aplicados à entrada do telescópio ou objetiva da câmera, exemplos: Baader Planetarium, Thousand Oaks; onde são encontrados em lojas especializadas em instrumentação astronômica).

O trabalho com a câmera consistia em registrar uma imagem do eclipse a cada minuto com o objetivo de estimar o comprimento da corda AA' , isto é, a distância entre os dois pontos (ou dois nodos) onde se interceptam as imagens das superfícies do sol e da Lua (Figura 2).

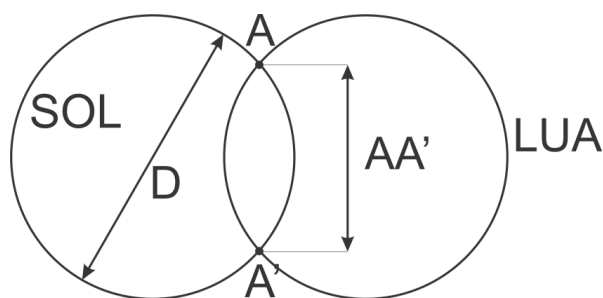


Figura 2 - Representação de um eclipse e as respectivas cordas AA' e diâmetro D do disco solar.

É recomendável que a câmera tenha sempre a mesma aproximação desde o começo até o final do eclipse. Por meio das imagens foi possível medir o comprimento das cordas AA', calculadas para cada intervalo de tempo. Existem várias maneiras de medir o comprimento das cordas AA', como por exemplo, com uma régua em cima da tela do computador faz-se a medição das cordas e do diâmetro aparente do Sol. A fim de fazer uma medição mais precisa neste trabalho, foi utilizado o programa *AutoCad* para realizar as medições das cordas nas imagens. O objetivo principal foi medir o tamanho da corda AA' sobre o disco solar e esboçar um gráfico polinomial desta corda em função do tempo. Os dados foram analisados, gerando um gráfico com os pontos onde o eixo das abscissas é o instante de tempo (em fração de horas) e o eixo das ordenadas é o quadrado da razão entre o tamanho da corda AA' e o diâmetro do Sol $(AA'/D)^2$, a qual foi calculada para cada instante de tempo. A curva foi ajustada a um polinômio do 3º grau, a fim de determinar os quatro parâmetros principais de um eclipse solar parcial, que são:

- O primeiro contato da Lua no Sol, ou seja, o instante do primeiro contato do eclipse, denominado de P1 neste artigo;
- Em que ponto ocorreu o máximo do gráfico, ou seja, qual o instante do máximo do eclipse;
- O último contato da Lua no Sol, que se refere ao instante em que ocorre o último contato, denominado de P2 neste artigo; e, finalmente;
- A estimativa da magnitude do eclipse para a cidade de Recife/PE.

Os observadores instalaram uma base de observação no Marco Zero, localizado no centro da cidade de Recife/PE: longitude $34^{\circ}52'16''$ W; latitude $8^{\circ}03'47''$ S; e fuso horário GMT-3.

A câmera foi instalada num tripé e programada para fazer registro do eclipse a cada minuto.

A sessão de fotos foi iniciada às 10h54m00s TU. Obviamente, P1 é mais difícil de identificar precocemente, pois exige a identificação prévia da posição angular do contacto, que se apresenta como uma levíssima distorção do limbo (VITAL, 2013). As fotos começaram a ser tiradas antes de iniciar o eclipse, a fim de registrar a hora exata que o eclipse iria começar. Foram tiradas fotos a cada 1 segundo até o instante inicial do eclipse. O eclipse teve início às 10h56m05s TU (horário observado através das fotografias tiradas), instante em que ocorreu o primeiro contato do eclipse. Depois de captado esse instante inicial, foram tiradas fotos a cada minuto. Houve interrupções em alguns instantes do registro devido às nuvens, registradas a seguir:

Nublou por 11 minutos, das 10h59m10s às 11h11m45s TU.

Nublou por 18 minutos, das 11h15m50s às 11h33m22s TU.

Nublou por 15 minutos das, 12h14m30s às 12h31m40s TU.

A partir daí, foram obtidas fotos do eclipse a cada minuto, e quando estava próximo do encerramento do eclipse, foram tiradas fotos a cada 1 segundo. O último instante de registro foi às 13h11m38s TU (horário observado através das fotografias), momento em que o eclipse se encerrou (último contato).

Neste intervalo de tempo foram registradas 75 fotos. Terminado o eclipse foram feitas as análises dos dados, a fim de encontrar os quatro elementos principais de um eclipse parcial, citados anteriormente.

Conhecendo o instante no qual se iniciou o eclipse e o instante no qual este se encerrou, é possível determinar também a duração do eclipse, apenas fazendo uma subtração do instante final menos o instante inicial. A duração total do eclipse solar parcial do dia 3 de novembro de 2013, visto de Recife (PE) foi de 2 horas, 15 minutos e 33 segundos.

Sabendo isto, foi feita a estimativa da magnitude do eclipse e da hora em que ocorreu o máximo. Para fazer isto, é preciso saber o que é comprimento da corda AA' , e como fazer sua medição. Para tanto, fazem-se necessário alguns cálculos, os quais estão descritos abaixo:

Podem ser medidos nas fotos de um eclipse solar os parâmetros: AA' e D_{solar} , onde AA' é a extensão da corda que une as pontas da figura parcialmente eclipsada do Sol (linha amarela na Figura 3) e D_{solar} ($= 2R_{\text{solar}}$ onde R é o Raio da circunferência) é o diâmetro aparente do Sol, respectivamente (Figura 3):

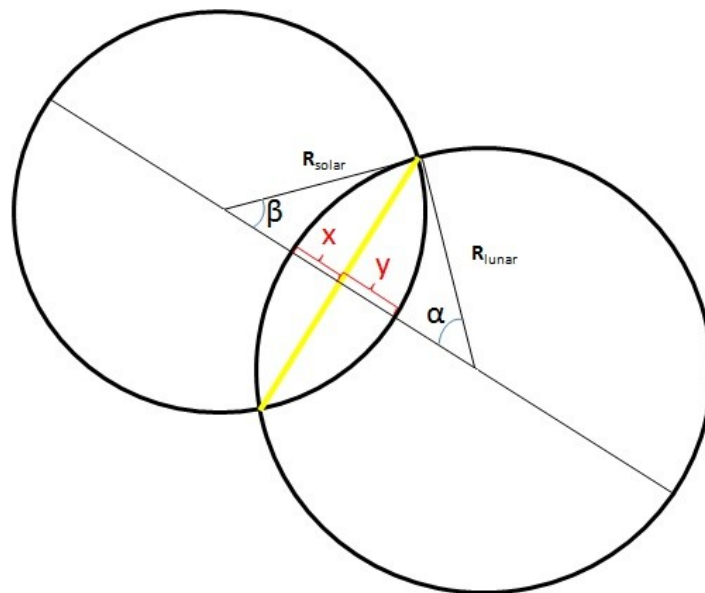


Figura 3 - Representação da intersecção do disco lunar com o disco solar.

Além disso, pode ser obtida de um programa planetário, a razão topocêntrica “j” entre o diâmetro do Sol e o da Lua, tal que: $D_{\text{lunar}} = j \cdot D_{\text{solar}} = j \cdot 2R_{\text{solar}}$

O comprimento do segmento ocultado do diâmetro do Sol será dado, segundo o desenho, por: $x + y$

Além disso, da definição: **magnitude = fração ocultada do diâmetro solar dividido pelo diâmetro solar**, escrevendo isso matematicamente de acordo com a figura temos:

$$\text{Mag} = (x + y) / D_{\text{solar}} \quad (1)$$

Onde Mag é a magnitude do eclipse em um determinado instante.

Para cálculo de y temos pela figura que:

$$y = R_{\text{solar}} - R_{\text{solar}} \cos(\beta) = R_{\text{solar}} [1 - \cos(\beta)] \quad (2)$$

Da mesma forma, x:

$$x = R_{\text{lunar}} - R_{\text{lunar}} \cos(\alpha) = R_{\text{lunar}} [1 - \cos(\alpha)] = j \cdot R_{\text{solar}} [1 - \cos(\alpha)] \quad (3)$$

Do desenho, sendo AA'/2 a semicorda (amarela) quase bissectando a intersecção dos dois discos: $\sin(\beta) = AA'/2 / R_{\text{solar}} = AA'/2 / D_{\text{solar}}/2 = AA' / D_{\text{solar}}$

$$\sin(\beta) = AA' / D_{\text{solar}} \quad (4)$$

$$\sin(\alpha) = AA' / jD_{\text{solar}} \quad (5)$$

Da relação trigonométrica $\sin^2(\alpha) + \cos^2(\alpha) = 1$, tem-se:

$$\cos(\beta) = [1 - (AA'/Ds)^2]^{1/2} \quad (6)$$

$$\cos(\alpha) = [1 - (AA'/jDs)^2]^{1/2} \quad (7)$$

Substituindo as equações (6) e (7) nas equações (2) e (3) temos:

$$y = R_{\text{solar}} - R_{\text{solar}} \cos(\beta) = R_{\text{solar}} [1 - [1 - (AA'/Ds)^2]^{1/2}] \quad (8)$$

$$x = R_{\text{lunar}} - R_{\text{lunar}} \cos(\alpha) = R_{\text{lunar}} [1 - \cos(\alpha)] = j \cdot R_{\text{solar}} \{1 - [1 - (AA'/jDs)^2]^{1/2}\} \quad (9)$$

Então, substituindo as equações (8) e (9) na equação (1), a magnitude instantânea será dada, rigorosamente, por:

$$\text{Mag} = \{R_{\text{solar}} [1 - [1 - (AA'/jDs)^2]^{1/2}] + R_{\text{solar}} [1 - [1 - (AA'/Ds)^2]^{1/2}]\} / D_{\text{solar}}$$

Como os valores dos diâmetros aparentes do Sol e da Lua, são muito próximos quando muita precisão não se faz necessária, pode-se desprezar a diferença entre eles, fazendo $D_{\text{solar}} = D_{\text{lunar}}$ e $j=1$ e a equação anterior simplifica-se para:

$$\text{Mag} = 2R_{\text{solar}} \{1 - [1 - (AA'/Ds)^2]^{1/2}\} / D_{\text{solar}}$$

Sabendo que $R_{\text{solar}} = D_{\text{solar}}/2$ temos

$$\text{Mag} = 1 - [1 - (AA' / D_{\text{solar}})^2]^{1/2} \quad (10)$$

Note que o termo entre colchetes da equação (10) é exatamente o $\cos(\alpha)$, e o ângulo alpha pode ser encontrado pela equação (5) fazendo $\beta = \arcseno(AA'/D_{\text{solar}})$, ver Tabela 1.

Exemplo: Se for medida a razão da corda sobre diâmetro $AA' / D_{\text{solar}} = 0,732$, a magnitude do eclipse solar será:

$$\text{Mag} = 1 - (1 - 0,732)^{1/2} = 0,319$$

Com o passar do tempo, durante um eclipse solar, a Lua vai ficando na frente do Sol, para os observadores da Terra. Ao longo do processo, essa distância AA' vai ficando cada vez maior e depois que atingir o máximo, volta a diminuir. No instante do primeiro e último contato esse comprimento da corda é zero.

Então, a ideia fundamental é que para cada foto que foi tirada, em cada instante diferente, é estimado o comprimento das cordas AA' e também o diâmetro aparente do disco solar "D". Podemos observar que para medir o diâmetro aparente do Sol basta apenas uma medição, pois o diâmetro aparente do sol não varia consideravelmente durante o eclipse, desde que se mantenha a mesma ampliação (zoom) da câmera. Por isto é que se recomenda manter a mesma ampliação, a fim de facilitar esta etapa de cálculo. Mas mesmo que as imagens tenham tamanhos diferentes, basta medir tanto a corda AA' como o diâmetro aparente do Sol, pois o que importará é a razão entre os dois comprimentos.

Foi gerada uma tabela contendo todas as informações do que foi feito, conforme a exemplificação Tabela 1 abaixo:

Hora UT (UTC)	AA' (cm)	Diâmetro solar (D) (cm)	Hora (fração)	(AA'/D) ²	β arc sen (AA'/D)	Grandeza 1-cos β	Arquivo
10h:56:05	0,000	1,225	10,93	0,00	0,00	0,000	IMG_1606
10h:56:25	0,130	1,225	10,93	0,01	0,11	0,006	IMG_1607
10h:57:06	0,218	1,225	10,95	0,03	0,18	0,016	IMG_1620
10h:58:01	0,251	1,225	10,97	0,04	0,21	0,021	IMG_1629
10h:59:03	0,303	1,225	10,98	0,06	0,25	0,031	IMG_1630
11h:11:48	0,617	1,225	11,18	0,25	0,53	0,136	IMG_1632
11h:13:03	0,634	1,225	11,22	0,27	0,54	0,144	IMG_1634

Hora UT (UTC)	AA' (cm)	Diâmetro solar (D) (cm)	Hora (fração)	(AA'/D) ²	β arc sen (AA'/D)	Grandeza 1-cos β	Arquivo
11h:14:03	0,649	1,225	11,23	0,28	0,56	0,152	IMG_1635
11h:15:03	0,666	1,225	11,25	0,30	0,58	0,161	IMG_1636
11h:33:41	0,838	1,225	11,55	0,47	0,75	0,271	IMG_1639
11h:37:07	0,853	1,225	11,62	0,49	0,77	0,282	IMG_1646
11h:38:22	0,865	1,225	11,63	0,50	0,78	0,292	IMG_1649
11h:39:15	0,870	1,225	11,65	0,50	0,79	0,296	IMG_1651
11h:41:27	0,873	1,225	11,68	0,51	0,79	0,299	IMG_1654
11h:42:13	0,878	1,225	11,70	0,51	0,80	0,303	IMG_1656
11h:43:52	0,885	1,225	11,72	0,52	0,81	0,309	IMG_1657
11h:45:35	0,893	1,225	11,75	0,53	0,82	0,316	IMG_1659
11h:46:36	0,900	1,225	11,77	0,54	0,83	0,322	IMG_1660
11h:48:34	0,904	1,225	11,80	0,54	0,83	0,325	IMG_1662
11h:49:52	0,905	1,225	11,82	0,55	0,83	0,326	IMG_1664
11h:51:26	0,908	1,225	11,85	0,55	0,84	0,329	IMG_1665
11h:53:05	0,910	1,225	11,88	0,55	0,84	0,331	IMG_1667
11h:56:53	0,913	1,225	11,93	0,56	0,84	0,334	IMG_1670
11h:58:14	0,913	1,225	11,97	0,56	0,84	0,334	IMG_1671
11h:58:41	0,913	1,225	11,97	0,56	0,84	0,334	IMG_1672
12h:01:40	0,912	1,225	12,02	0,55	0,84	0,333	IMG_1675
12h:02:32	0,909	1,225	12,03	0,55	0,84	0,330	IMG_1676

Tabela 1 - Tabela parcial de dados utilizada para geração do gráfico.

Cada coluna da tabela refere-se a um determinado parâmetro: a primeira coluna se refere ao tempo em TU (tempo universal) que ocorreu o eclipse, a segunda coluna é justamente a medição da corda AA' em cada instante de tempo.

Podemos notar que no instante do primeiro contato, o comprimento da corda é zero, ou seja, apenas um ponto nas imagens. A terceira coluna é o diâmetro medido do sol (denominado como "D" na tabela), que é o mesmo em qualquer instante de tempo. A quarta coluna se refere à fração de horas. A quinta coluna é a equação do quadrado da razão do comprimento da corda pelo diâmetro aparente solar. A sexta coluna é outro valor, onde é preciso calcular o arco seno da razão do comprimento da corda pelo diâmetro do sol (AA'/D) – note que esta razão não está ao quadrado. Quando encontrar o arco seno desta razão, será encontrado um ângulo, que na tabela foi denominado de β (beta). A sétima coluna se refere justamente à magnitude do eclipse, que é obtida por meio da subtração $1 - \cos \beta$, onde β foi encontrado na sexta coluna da tabela. Observe que para qualquer instante de tempo, existe um β diferente, ou seja, em cada instante a magnitude do eclipse é diferente. E a última coluna é o nome do arquivo da imagem obtida naquele instante.

Com a tabela feita, é possível verificar qual a magnitude do eclipse, apenas observando na tabela qual o maior valor da sétima coluna ($1 - \cos \beta$). Para o registro feito do eclipse visto de Recife/PE, a magnitude máxima estimada foi de 0,334.

Depois desta tabela feita, foi gerado um gráfico polinomial, onde o eixo das ordenadas é a coluna cinco $[(AA'/D)^2]$ e o eixo das abscissas é o instante de tempo em fração de horas (quarta coluna). Em seguida foi utilizado o programa *Gnuplot* para gerar o gráfico e a partir deste, foi gerada uma linha de tendência que forneceu a equação do gráfico. A Figura 4 abaixo mostra o gráfico gerado:

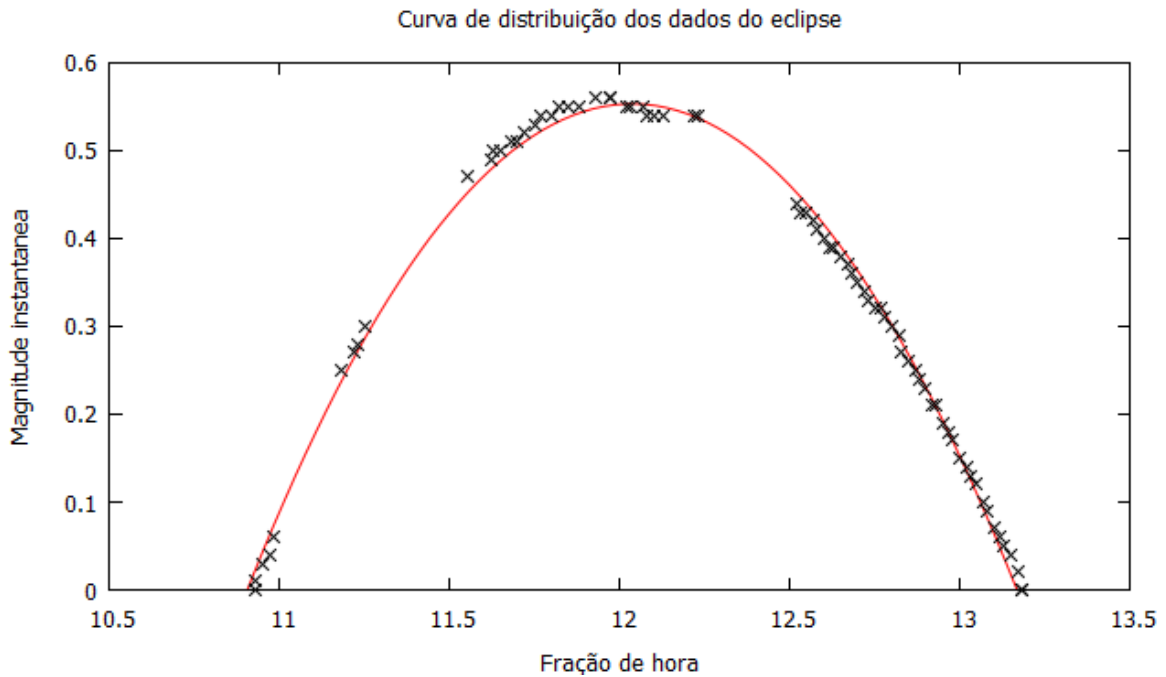


Figura 4 - Gráfico da curva de distribuição de dados do eclipse.

Podemos perceber que cada ponto verde representa uma observação feita. Podemos perceber que cada ponto verde representa uma observação feita. No entanto, dado um diagrama de dispersão, é pouco provável que haja uma curva que englobe todos os pontos observados, e descreva rigorosamente o sistema observado em laboratório. Isto ocorre por que toda observação experimental possui erros inerentes aos dados do processo. Além disso, algumas variáveis podem sofrer alterações ao longo do experimento, provocando desvios.

Por isso, ao definirmos uma função analítica para descrever o sistema não devemos escolher uma forma polinomial interpoladora dos pontos fornecidos, e sim uma curva que melhor se ajusta a estes pontos, levando em consideração a existência de erros que, em geral, imprevisíveis (SILVA, 2014).

O programa foi adequado para fazer um ajuste na curva polinomial, onde o melhor ajuste foi um polinômio do terceiro grau. Feito isto, foi possível observar que o máximo do eclipse foi o ponto mais alto da curva, que esteve próximo a 0,5, e o instante deste máximo se deu em torno de 12h TU. Para determinar o número exato da altura e do instante de tempo, foi preciso pegar a equação fornecida e desenvolver os cálculos apropriados.

A equação fornecida pelo programa foi $Y(X) = - 0,432X^2 + 10,39X - 61,98$. Aqui é sugerida a ideia que os próprios alunos encontrem o X do vértice (X_v) e as raízes da equação, a fim de encontrar o instante que ocorreu o máximo do eclipse, o instante que se iniciou o eclipse e o instante do seu término. Para o professor de computação, é

sugerido utilizar um recurso computacional, para encontrar o X_v e as raízes deste polinômio gerado.

As raízes desta curva interpolada foi: $x' = 10,958$ e $x'' = 13,093$. Para encontrar o instante que ocorreu o máximo do eclipse, basta calcular o X_v . Encontrando o X do vértice desta equação gerada, encontramos o valor em fração de horas de 12,025, o que equivale às 12h1m31s TU. Lançando este valor na equação original, encontrou-se o valor do máximo do eixo y , que foi 0,492, valor consistente com o gráfico da Figura 2.

Concluído isto, são obtidos os quatro parâmetros principais de um eclipse parcial, os quais estão listados a seguir:

1. Instante do primeiro contato: 10h56m05s;
2. Instante do último contato: 13h11m38s;
3. Magnitude do eclipse: 0,334;
4. Instante do máximo do eclipse: 12h01m31s.

Podemos ver a seguir um quadro comparativo (Quadro 1) entre o que foi observado e o que estava previsto para a localidade de Pernambuco, de acordo com a *National Aeronautics and Space Administration* (NASA).

Quadro comparativo do Eclipse Solar de 3/nov/2013 em Recife/PE		
	Efemérides	Observado
Primeiro contato	10h55m47s	10h56m05s
Instante máximo	12h00m16s	12h01m31s
Último contato	13h11m44s	13h11m38s
Magnitude	0,342	0,334

Quadro1 - Quadro comparativo do Eclipse Solar.

3. Conclusão

Este trabalho teve por objetivo incentivar os professores de ensino médio a utilizarem métodos científicos no desenvolvimento de trabalhos, de caráter científico, com seus alunos. Isto possibilitaria uma interdisciplinaridade entre as disciplinas vistas no ensino médio e a astronomia, além de proporcionar alternativas para novas práticas didático-pedagógicas dos professores de ensino médio com relação ao tema da astronomia; mais especificamente sobre eclipses solares e lunares.

Acreditamos que o desenvolvimento deste trabalho pode proporcionar um estreitamento das relações entre professores, alunos e a comunidade científica – universidades – ajudando a difundir as práticas científicas de coleta e análise de dados no ambiente escolar, o que minimiza o distanciamento entre o conhecimento científico e a comunidade, principal beneficiária dos estudos realizados no âmbito escolar e universitário.

O incentivo ao desenvolvimento de pesquisas que unem ciência e comunidade devem ser cada vez mais exploradas e estimuladas, visto que partirão da comunidade novos aprendizes da ciência, e o atual desinteresse dos estudantes com profissões de cunho científico vem prejudicando o desenvolvimento da ciência e tecnologia brasileira, criando um déficit de profissionais, não por falta de capacitação, mas sim pelo desinteresse inicial dos alunos na escolha de suas carreiras profissionais.

A pesquisa deve ser valorizada desde o ambiente escolar, e cabe aos professores trazer este estímulo, por meio de mudanças nas metodologias de ensino, inserção de atividades nas quais o aluno pode participar e perceber por si mesmo como os fenômenos naturais como os eclipses, por exemplo, ocorrem, o que facilita a aprendizagem teórica dos temas discutidos em sala.

A observação de eclipses permite ao estudante não apenas participar e interagir com professores e outros alunos, mas também desenvolve o olhar científico, através do qual o aluno pode tomar iniciativas, criar suas próprias pesquisas, aprendendo a observar e interpretar os dados. Com relação aos professores, atividades de astronomia observacional podem despertar o interesse por pesquisas científicas mais bem elaboradas, o que contribui para a formação continuada deles.

É importante destacar, por fim, que a atividade de observação solar deve ser executada depois de tomadas todas as medidas de segurança, visto que a observação solar sem a devida proteção causa danos visuais, podendo levar à cegueira permanente.

Agradecimentos

Deixamos expressos nossos sinceros agradecimentos às seguintes pessoas, sem as quais o presente trabalho teria sido praticamente impossível:

Ao físico Hélio de Carvalho Vital (PhD), astrônomo especialista em eclipses lunissolares, pelas sugestões e informações técnicas que nos forneceu sobre a observação e análise de eclipses; Ao Professor Alexandre Amorim (Coordenação de Observações do NEOA-JBS), pelo auxílio em algumas etapas do cálculo e por disponibilizar parte das publicações pesquisadas; À Sueli Maria Marino Viegas, Doutora em Astronomia, e especialista em Galáxias, Quasares e Meio Interestelar, pela atenção, paciência e sugestões de como melhorar o texto; À Rose Mary do Nascimento Fraga, Doutora em Linguística e professora adjunta da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), pela paciência e correção do texto escrito; À Vanessa Vasconcelos, pelo suporte, correções e incentivo, e pelas valiosas discussões e sugestões no decorrer do trabalho e à Antonio Carlos Miranda, Doutor em Astrofísica e professor da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela leitura e sugestões a este texto.

Referências

DIAS, C. A. C. M.; RITA, J. R. S. Inserção da Astronomia como Disciplina Curricular do Ensino Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: < <http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/download/121/145>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na Sala de Aula: Por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 7-16, 2010. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/146/187>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

LANGHI, R. Educação em astronomia e formação continuada de professores: a interdisciplinaridade durante um eclipse lunar total. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 15-30, 2009. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/124/152>>. Acesso em: 12 jan. 2015.

OLIVEIRA, M. B. A Crise e o ensino de ciências, educação e sociedade. **Revista de Ciência da Educação**, v. 19, n. 62, p. 151-172, Abril, 1998. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73301998000100008>. Acesso em: 28 jan. 2015.

SILVA, F. F. **O método dos mínimos quadrados**: um proposta ao ensino médio para o Ajuste por Parábolas. Dissertação (Mestrado)– Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www2.unirio.br/unirio/ccet/profmat/tcc/TCC_FELIPE.pdf>. Acesso em: 28 jan. 2015.

STEPHENSON, F. R. Harold Jeffreys Lecture 2002: Historical eclipses and Earth's rotation. **Astronomy & Geophysics**, v. 44, n. 2, p. 2.22-2.27, abril, 2003. Disponível em: <<http://hbar.phys.msu.ru/gorm/atext/steph2003.pdf>>. Acesso em: 26 jan. 2015.

TREVISAN, E. J. A importância da astronomia amadora e o trabalho da REA no Brasil. **Revista Ciência online**, v. 3, n.9, fev. 2004.

VITAL, H. C. **Rede de Astronomia Observacional**: Eclipse Solar Híbrido de 03 de Novembro de 2013. Disponível em: <http://www.geocities.ws/lunissolar2003/2013Nov03_Solar_Eclipse/ESH2013NOV03.htm>. Acesso em: 26 jan. 2015.

VITAL, H. C. **Importância de fazer um registro de um eclipse solar**, [mensagem pessoal]. Mensagem recebida em 30 abr. 2014.

VITAL, H. C. **Rede de Astronomia Observacional**: Eclipse Lunar Total de 27-28 de Outubro de 2004: Projeto de Observação de Eclipses Lunares para Iniciantes. Disponível em: <http://www.geocities.ws/lunissolar2003/Ec0410/PO_Iniciantes_IV.htm>. Acesso em: 25 jan. 2015.

VITAL, H. C. **Rede de Astronomia Observacional**: Possible Effect of Mount Reventador's Nov 03, 2002 Eruption on the Brightness of the 2003 and 2004 Total Lunar Eclipses. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/lunissolar2003/Reventador.htm>>. Acesso em: 25 jan. 2015.

ASTRONOMIA CULTURAL NOS ENSINOS FUNDAMENTAL E MÉDIO

Luiz Carlos Jafelice¹

Resumo: Este trabalho se destina a pedagogos e professores de geografia, ciências, biologia e física da educação básica. Ele discute a importância da adoção da perspectiva antropológica no trato de assuntos considerados do âmbito da astronomia e apresenta propostas de práticas para quem quiser introduzir astronomia cultural na educação básica – do início do 1º ano do ensino fundamental ao final da 3ª série do ensino médio, seja na educação formal ou não formal. O trabalho é proposto no contexto de uma educação ambiental holística e transdisciplinar. Esta abordagem valoriza sobretudo o *vivenciar* e visa uma educação humanística, acolhedora de diversidades epistemológicas e culturais. As práticas sugeridas também podem ser usadas com proveito para encaminhar trabalhos de inclusão de conteúdos das culturas indígenas e afrodescendentes brasileiras no currículo, conforme a nova legislação exige. As orientações oferecidas passaram pelo crivo de situações escolares reais.

Palavras-chave: Abordagem antropológica; Astronomia cultural; Educação ambiental; Culturas indígenas e afro-brasileiras; Ensino de geografia; Ensino de ciências.

ASTRONOMÍA CULTURAL EN LA ENSEÑANZA PRIMARIA Y SECUNDARIA

Resumen: Este trabajo se destina a pedagogos y profesores de geografía, ciencias, biología y física de educación primaria y secundaria. Se discute la importancia de adoptar la perspectiva antropológica al tratar de asuntos considerados como pertenecientes al ámbito de la astronomía, y se presentan propuestas de prácticas para quien quiere introducir la astronomía cultural en la educación primaria y secundaria – desde el 1º año de la educación básica hasta el final del 3º año de la educación secundaria, sea en la educación formal o informal. Este trabajo está propuesto dentro del contexto de una educación ambiental holística y transdisciplinar. Nuestro abordaje valora sobre todo la *vivencia* y tiene en vista una educación humanista, capaz de acoger diversidades epistemológicas y culturales. Las prácticas sugeridas también pueden ser aprovechadas para desarrollar trabajos que incluyen contenidos de las culturas indígenas y afro-descendientes brasileñas en el plan de estudios escolar, de acuerdo con las exigencias de la nueva ley. Las orientaciones que son ofrecidas aquí pasaron por el filtro de situaciones escolares reales.

Palabras clave: Abordaje antropológico; Astronomía cultural; Educación ambiental; Culturas indígenas y afro-brasileñas; Enseñanza de geografía; Enseñanza de ciencias.

CULTURAL ASTRONOMY IN ELEMENTARY AND SECONDARY SCHOOL

Abstract: This work is addressed to educators and geography, science, biology and physics teachers who deal with elementary, middle and high school education. It discusses the importance of adopting the anthropological perspective regarding issues that are considered within the astronomy area. It also presents practical proposals for those who intend to introduce cultural astronomy in elementary, middle and high school education – from the beginning of the 1st grade in Elementary school to the end of the 3rd grade in Secondary school, in formal as well as in informal education. This work is proposed within the context of the holistic and transdisciplinary environmental education. Our approach values above all the *experience* and aims at a humanistic education that includes epistemological and cultural diversities. The suggested practical proposals can be also beneficially used to address works that include contents related to Brazilian indigenous and Afro-descent cultures in the school curriculum, as the new law requires. The guidelines presented here were tested in real school situations.

¹ Professor aposentado do Departamento de Física Teórica e Experimental da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. E-mail: <jafelice@dfte.ufrn.br>.

Keywords: Anthropological approach; Cultural astronomy; Environmental education; Indigenous and Afro-Brazilian cultures; Geography teaching; Science teaching.

1. Introdução

Este trabalho se destina a pedagogos e professores de geografia, ciências, biologia e física da educação básica. Ele discute a importância da adoção da perspectiva antropológica no trato de assuntos considerados do âmbito da astronomia e apresenta propostas de práticas para quem quiser introduzir astronomia cultural na educação básica – do início do 1º ano do ensino fundamental ao final da 3ª série do ensino médio, seja na educação formal ou não formal. O trabalho é proposto no contexto de uma educação ambiental holística e transdisciplinar. Esta abordagem valoriza sobretudo o *vivenciar* e visa uma educação humanística, acolhedora de diversidades epistemológicas e culturais. As práticas sugeridas também podem ser usadas com proveito para encaminhar trabalhos de inclusão de conteúdos das culturas indígenas e afrodescendentes brasileiras no currículo, conforme a nova legislação exige. As orientações oferecidas passaram pelo crivo de situações escolares reais².

A abordagem e práticas aqui apresentadas diferem bastante daquelas em geral encontradas sobre ensino de astronomia. Educação científica é importante, mas pode ser insuficiente para superarmos a crise civilizatória³ em que nos enredamos. Embora haja um problema de letramento científico a ser resolvido, há outros problemas, tão ou mais importantes, presentes: “tampouco os letramentos artístico e espiritual [e ético] estão resolvidos. Na verdade, muito pelo contrário. E tais ausências, inclusive, facilitam a insensibilidade, a intolerância e desentendimentos multiculturais de todo tipo” (JAFELICE, 2008).

A presente proposta, portanto, não compactua com enfoques cientificistas ou tecnicistas, que valorizam uma racionalidade instrumental e enfatizam uma educação cognitivista e conteudista. É preciso *reunir* corpo e espírito, num todo vital e subversor da ordem, e recriar o sentido da vida, para além das racionalizações formatadas que se nos apresentam como solução inescapável para tudo. Precisamos desenhar uma educação de resistência ao pensamento único dominante, o qual agrava, e muito, aquela referida crise. É necessário criarmos contrarracionalidades que nos ajudem a valorizar o local e a solidariedade (SANTOS, 2000). Este trabalho visa contribuir nessa direção.

² Em Jafelice (2010a), são oferecidos aprofundamentos e exemplos adicionais das propostas aqui apresentadas. As coautoras daquele livro aplicaram esse tipo de abordagem diretamente com crianças, desde o início do primeiro ano do nível fundamental (Maria Luciene de Souza Lima Freitas, capítulo 1: Freitas, 2010), para a formação de professores de várias disciplinas do nível médio de ensino (Gilvana Benevides Costa Fernandes, capítulo 2: Fernandes, 2010) e com licenciandos em geografia e para a formação de professores do nível fundamental de ensino (Luizânia Ângeli Lins de Medeiros, capítulo 3: Medeiros, 2010), e eu mesmo (capítulo 4: Jafelice, 2010b), com estudantes da educação pré-escolar à pós-graduação. O presente trabalho se baseia em Jafelice (2010b). Alguns parágrafos, inclusive, são adaptações diretas dali, mas não foram especificadas para não alongar nem sobrecarregar o texto com informações, no fundo, substituíveis por esta nota explicativa inicial.

³ Referência aos impasses causados pelo atual modelo de civilização (vide, por exemplo, a seção *Crise ambiental ou crise civilizatória?*, em BRASIL, 1997, p. 21-24).

2. Abordagem antropológica

Dizer que a adoção da perspectiva antropológica é importante para tratar de assuntos das áreas de educação ambiental ou de ensino de astronomia, implica reconhecer que, pelo menos, três procedimentos são essenciais no processo educativo em questão: valorizar outros modos de conhecer; convidar outros atores, da comunidade onde lecionamos, para nos auxiliar; e priorizar a *vivência* em nossas ações pedagógicas.

Fazer o exercício de *tentar se colocar no lugar do outro* e, até onde possível, ver o mundo como ele o vê é um dos poderosos recursos que o método da antropologia nos oferece. Esse exercício tem, no mínimo, duas consequências relevantes. Por um lado, favorece o desenvolvimento de sentimentos de solidariedade, pois o “outro” começa a ser visto como se fosse você mesma/o, um ser humano; isto aumenta as possibilidades de empatia e de compreensão dos problemas e das soluções dos outros. Por outro lado, esse tipo de exercício faz com que, por contraste com outras formas de se ver o mundo e nele se estar, o sujeito comece a se conscientizar da própria forma de ver as coisas que sua cultura lhe imprimiu e das peculiaridades, limitações e possibilidades da mesma.

A vertente da antropologia que adoto é a culturalista e hermenêutica (e.g., GEERTZ, 1997) e a concepção epistemológica, relativista – a qual, por sua vez, se articula melhor com um enfoque construtivista em educação, em especial aquele interpretado desde a perspectiva da biologia do conhecimento (MATURANA, 2001). Adotar essa concepção significa acatar uma pluralidade de alternativas para o ser humano construir conhecimento, todas igualmente válidas e legítimas. O conhecimento científico, portanto, não é visto como especial ou superior, nem implica em alternativa privilegiada (em nenhum sentido, seja social, ontológico, filosófico etc.); acata-se a existência de uma diversidade *epistemológica* – no fundo, base das demais diversidades.

Por isto, o índio, o quilombola, o agricultor artesanal, o pescador artesanal, o sertanejo, ainda que analfabetos, podem nos ensinar o que é muito útil, mesmo vital, e que não está nos livros, não é reconhecido pelas escolas, nem a ciência vai suprir. Esta atua acreditando no recorte, na premissa de que o todo é a soma das partes, buscando os universais e não enxergando o distinto que não se encaixa nas categorias que ela criou. Como nos alerta a física indiana Vandana Shiva: “Além de tornar o saber local invisível ao declarar que não existe ou não é legítimo, o sistema dominante também faz as alternativas desaparecerem apagando ou destruindo a realidade que elas tentam representar” (SHIVA, 2003, p. 25). E continua: “o saber científico dominante cria uma monocultura mental ao fazer desaparecer o espaço das alternativas locais, de forma muito semelhante à das monoculturas de variedades de plantas importadas, que leva à substituição e destruição da diversidade local” (Ibid.).

A nós, interessa recuperar o *local*. Para seu aluno, o entorno dele, a comunidade e as pessoas que a criam são a referência primeira, constante e mais importante. Ele está conectado com o mundo, claro, mas seu dia a dia é vivido ali. Esta é a realidade em praticamente todo o país – apenas em grandes capitais, ou cidades maiores, aquilo não é tão marcante, embora, mesmo assim, a referência ao local continua presente e atuante.

Não enxergamos isto, em geral, porque nossa formação é desvirtuada. Na ânsia de inserir os professores no mundo, para que eles façam o mesmo com seus alunos,

somos treinados a virar as costas para o que é nosso e peculiar. A formação que recebemos desconsidera o local e, portanto, não nos habilita a tratá-lo com a relevância que tem; os livros que adotamos tratam de uma realidade que, com frequência, é muito distinta daquela cotidiana, de nossos alunos; com isso, nossa rica e específica realidade local, ou regional, fica excluída daqueles compêndios e das escolas. E achamos isso natural, marca de universalização e progresso. Não é. Pode servir para fins ideológicos, mas não para exercitarmos a valorização do que temos de próprio e autêntico.

A presente abordagem, então, questiona esse tipo de comportamento acríptico e convida os leitores a se voltarem para nossos bens culturais, parte de nosso patrimônio imaterial, que é muito rico, continua muito vivo, e não é obsoleto, nem anacrônico.

Qual a planta que é indicada para determinado tipo de afecção? Em qual hora do dia, ou fase da Lua, se recomenda colhê-la, para potencializar seus efeitos? Qual o comportamento, de que animal, indica certo prognóstico de cunho meteorológico? Quantas “estações do ano” temos, de fato, onde moramos? Como as identificamos? O que conhecedores tradicionais sabem e nós, não? Etc.

São chamados conhecedores tradicionais (ou profetas, no interior nordestino) as pessoas mais idosas aceitas na comunidade como tendo autoridade epistemológica e vivencial nos conhecimentos tradicionais e que ainda os utilizam em seu dia a dia. Conhecimentos tradicionais – etnoconhecimentos ou conhecimentos autóctones – são aqueles construídos ao longo de muitas gerações, dentro de um determinado contexto cultural e ambiental, transmitidos de geração para geração pela tradição oral.

Assim, um dos aspectos poderosos de um enfoque antropológico é seu caráter holístico e sua transdisciplinaridade. Nas culturas tradicionais – como, por exemplo, as indígenas brasileiras ou as afro-brasileiras, em sua origem –, “o céu” (“a terra”, “a vida” etc.) não está apenas *no céu* (como ocidentalmente entendido). A dança em um “verão”, o veneno da cobra, o preparo do antídoto, o corte da madeira para se construir uma cerca ou moradia, a coleta de fibras para fazer utensílios cotidianos, as festividades, os rituais etc., todos esses atos, organizações culturais, representações sociais – que nossa visão ocidental convencional fragmenta em “partes” e categoriza –, contêm, todos e cada um deles, o todo. Isto é, contêm as relações com o ambiente da vida, o qual inclui constitutivamente *também* o que chamamos *céu* (nos sentidos astronômico e meteorológico), assim como contêm, ao mesmo tempo, o mundo dos espíritos e os outros planos da existência. Portanto, desde uma perspectiva antropológica, a indissociabilidade do que é vital – em todos os níveis e graus envolvidos – é de caráter intrinsecamente holístico. Esse tipo de abordagem, contudo, costuma estar ausente dos cursos de formação docente ou de atualização pedagógica.

Um elemento essencial da presente proposta está na ênfase à *vivência*. Do ponto de vista pedagógico, aspectos cognitivo-analítico-reflexivos – envolvendo os alunos na leitura ou produção de textos, análises, conceituações etc. – só são contemplados, em geral, *após* os alunos terem *vivenciado* – isto é, feito e sentido *no corpo, na prática* – os fenômenos ou processos que nos interessa tratar naquela instância e terem, em grande parte, descoberto *por si mesmos* a maioria das associações e informações que são possíveis de ser obtidas *vivencialmente* até ali. Assim, às conceituações ou racionalizações – se ou quando necessárias – é destinado um momento posterior (que ainda comporta vivências, é claro), quando o pensamento intelectual pode

ser arejado, aliviado e enriquecido em sua elaboração a partir do que foi sentido e intuído nas vivências.

O que denomino *abordagem antropológica* pode ser resumido, então, como uma abordagem educacional problematizadora intercultural, holística e transdisciplinar, de concepção epistemológica pluralista. Na prática, essa abordagem envolve uma ação educacional na qual a contextualização e a problematização dos conteúdos específicos envolvidos – de educação ambiental, astronomia, ecologia etc. – são feitas a partir de conhecimentos tradicionais ou de aportes culturais e do calendário astronômico do período em que aquela ação transcorre, com ênfase na recuperação *vivencial* da relação humana com o ambiente, com os outros e consigo mesma – com todos os matizes culturais e de realidade local que aqueles conhecimentos e aportes trazem consigo. Esta proposta estimula, ainda, descondicionamentos e processos de autoconhecimento⁴.

3. Educação ambiental e astronomia cultural

O significado de *astronomia cultural*, nos trabalhos que dizem abordá-la, é o de uma área que faz “tentativas de entendimento e de tradução de como outras culturas, do passado ou do presente, se relacionam com aquilo que no nosso recorte, ocidental, chamamos de céu” (JAFELICE, 2013). Assim, arqueoastronomia e etnoastronomia também “são denominações para astronomia cultural, dependendo se a outra cultura estudada pertence a um passado mais distante ou nos é contemporânea” (Ibid.). Às vezes essa área de trabalho também é chamada de astronomia nas culturas ou astronomia das culturas. E ainda fazem parte dela algumas incursões em astronomia histórica e história da astronomia (LIMA et al., 2014)⁵.

Em suma, *astronomia cultural trata de fatos culturais e sociais*, sejam eles *antropológicos, socioambientais* ou *históricos*. O determinante na designação desse campo de trabalho é o adjetivo *cultural*, o qual remete à área de antropologia. Ali, o substantivo *astronomia* é enganoso. As categorias ou conceitos-chaves em astronomia cultural são, por exemplo: “identidade, corpo, pessoa, espaço, território, cosmovisão/cosmologia [no sentido antropológico do termo, de “visão de mundo”], rito, mito, lógicas da prática, oralidade” (MARTÍN LÓPEZ, 2013; tradução minha). Portanto, concepções sem qualquer relação com o que a ciência astronômica trata. Pode-se dizer que, praticamente, não há intersecção de objetivos, objetos de estudo, conceitos, lógica e método de trabalho entre astronomia cultural e astronomia. Por que, então, se mantém aquela designação? Essencialmente por motivos históricos, de como tal área do conhecimento se formou (MARTÍN LÓPEZ, 2013; LIMA et al., 2014). Ela é, na prática profissional, uma subárea da antropologia ou, em menor proporção, um sub-ramo da história da ciência.

Trabalhos em astronomia cultural não têm enveredado em nada semelhante a estudar ou mostrar que “astronomia também é cultura”. Não é por aí. Eles têm tido um

⁴ Para aprofundamentos sobre tal abordagem, vide Jafelice (2010b), e sobre variadas aplicações da mesma vide Freitas (2010), Fernandes (2010), Medeiros (2010) e, de novo, Jafelice (2010b).

⁵ Em Jafelice (2012b) faço uma análise crítica, desde uma perspectiva antropológica, de “exemplos de introduções à história da astronomia” frequentes em livros de “história da astronomia” bastante conhecidos, internacionalmente; além disso, discuto algumas inter-relações entre astronomia cultural e educação intercultural, em especial em um país multicultural, como o nosso.

caráter transdisciplinar, envolvendo as disciplinas de antropologia (etnologia e arqueologia), história, astronomia, psicologia, linguística, entre outras – no sentido de não apenas justapor, sobrepor ou somar os aportes daquelas disciplinas, mas, sim, de romper e dissolver as barreiras entre elas. *O olhar da astronomia cultural é relativista* e, também neste sentido, ele se choca com o universalismo típico da ciência, em particular o da própria astronomia, enquanto ciência astronômica.

Uma das implicações dos trabalhos nessa área tem sido a de ajudar a desmontar a concepção eurocentrada ainda prevalecente e a desfazer o pensamento, comum para quem não é da área, de que pessoas de outras culturas observam “fenômenos celestes” como um fim em si mesmo (como fazemos no Ocidente há séculos)⁶. Embora o ilusório substantivo “astronomia” ainda seja mantido ao tratar de relações que outras culturas têm ou tiveram com “o céu”, é preciso ter claro: em astronomia cultural, não se busca o enquadramento do outro em uma visão de mundo que nós, ocidentais, temos. Nas pesquisas nessa área, não se faz o recorte típico da astronomia, que separa céu de terra (e de vida etc.) e considera que um pode ser estudado e entendido independentemente do outro. Ao contrário, trata-se de empreender uma tentativa de estudo e compreensão antropológicas do outro; portanto, tanto quanto possível, desde a perspectiva do outro.

Astronomia cultural supõe que o ponto de vista contemplado é sempre e apenas *topocêntrico*, isto é, aquele relativo ao local – sobre a Terra – onde está a pessoa que observa um fenômeno celeste qualquer. Por isto, nas atividades abaixo, vamos dizer que os astros *nascem* no lado leste e *se põem* no lado oeste. Ali, o conhecimento científico de que é a Terra que gira em torno de si mesma etc., não é relevante. Estas conceituações irão sendo trabalhadas conforme o momento e a conveniência, mas de modo a não obstruírem a fruição e as experiências pessoais oriundas das vivências. A astronomia topocêntrica, na verdade, é a única que podemos vivenciar. Ver desenhos da “perspectiva heliocêntrica” ou imagens do Sol em ultravioleta, colisão de galáxias etc. na internet ou em livros, envolve outro tipo de experiência, também pertinente, mas não é o *vivenciar* no sentido aqui trabalhado. Na aprendizagem das relações cultura-terra-céu-vida-cultura, mais relevante é vivenciá-las contemplando eventos especiais desde *locais afetiva e/ou culturalmente significativos* para as pessoas envolvidas. Tais eventos podem ser “astronômicos” (envolvendo astros, eclipses, cometas etc.), “meteorológicos” (envolvendo arco-íris, bolandeira⁷, estrelas cadentes [chuvas de meteoros] etc.), “ambientais” (envolvendo comportamentos de animais e reações de plantas a mudanças sazonais regionais, efeitos da ação do ser humano no entorno etc.) ou “culturais” (envolvendo contato com conhecedores tradicionais, “histórias de trancoso”, festividades, busca por “lugares de poder”, “pedras de raio”, “letreiros” etc.) – e atentando sempre, em cada evento, não só para as relações ambientais, mas inclusive para possíveis conexões daquilo vivenciado com a sua própria subjetividade e a dos demais participantes. (Na Figura 1, há um exemplo desse tipo de evento e atividade.)

⁶ Cf. Jafelice (2013) e Lima et al. (2014). Em Jafelice (2013) há uma bibliografia básica sobre astronomia cultural. Em Lima et al. (2014) há vários exemplos e maiores discussões sobre astronomia cultural.

⁷ É como é chamado, principalmente no Nordeste, o fenômeno em que se observa uma roda luminosa em volta da Lua, com ela bem no centro. Tal fenômeno mistura, digamos, o céu meteorológico (nuvens) ao céu astronômico (Lua). De fato, a bolandeira é o arco-íris da Lua (JAFELICE, 2010b, p. 327-329).



Figura 1 - Aula de campo no leito do rio Carnaúba (rio sazonal): observação de um eclipse lunar total, na madrugada do dia 21 de fevereiro de 2008, como parte das atividades do curso para professores que ministrei em Carnaúba dos Dantas (RN).

Foto: Bruno Sousa da Silva; 21/02/2008.

Do exposto, se depreende, portanto, que a visão de *educação ambiental* aqui abraçada é mais ampla que a habitual. Adota-se uma perspectiva holística de ambiente. Isto implica que, além de se abarcar também a dimensão cósmica interdependente deste, enfatiza-se um olhar biocentrado (e não antropocentrado, como é usual), de substrato epistemológico pluralista, e ressalta-se o cultural enquanto ingrediente constitutivo fundamental de nossas concepções e representações ambientalistas. Nessa visão, elementos reputados como de astronomia, quando inseridos em alguma atividade, não são visados como um fim em si mesmos; eles são usados, basicamente, apenas como ponto de partida e de articulação para se trabalhar questões ambientais mais diversas e significativas.

Seu aluno, você, seu vizinho, não veem e vivem o ambiente da mesma forma que, por exemplo, um norte-americano, ou um angolano, ou um tibetano, ou um índio brasileiro (cada um tendo nascido no respectivo país e ali vivendo) – e isto não é assim só porque os respectivos ambientes (fisicamente falando) são distintos; o elemento cultural, neste aspecto, se mostra mais determinante para conformar as diferentes respostas subjetivas em cada situação. Nem o que chamamos “céu” e suas relações com a “terra” são encarados do mesmo modo que o de qualquer um daqueles outros nativos. Mais revelador que isso: se estivermos abertos, atentos e sensíveis, não precisamos sair da nossa própria cidade ou região para constatar a diversidade de visões aqui destacada. O Brasil é constituído de uma multiplicidade de contribuições culturais e epistemológicas. Embora nossa educação formal ajude a apagar essas diferenças, ou a deixá-las invisíveis, elas são os elementos que nos importam trazer à tona e trabalhar em educação, inclusive naquela em geral alienante, chamada de “educação científica”.

4. Alguns aspectos ideológicos

As discussões acima visaram explicitar fundamentos filosóficos e axiológicos que amparam esta proposta e esclarecer como articulá-la com o papel social dos professores no processo de emancipação de si mesmos e de seus alunos. Sem aquilo, a seção 6 (*Práticas: exemplos e orientações para atividades*) correria o risco de ser um

amontoado de “prescrições e dicas”. Nada mais nocivo, do ponto de vista formativo, do que um professor que segue receitas, sem espírito crítico, iniciativa e criatividade. Sem clareza de seu papel mais profundo, enfim.

Esse papel demanda o engajamento em uma educação emancipatória (FREIRE, 2000). Neste sentido, é especialmente importante e eficaz reconhecer e priorizar a diversidade epistemológica, valorizar pessoas (em geral de mais idade e sem instrução formal) que possuem ricos conhecimentos tradicionais e são generosas em compartilhá-los, integrá-las com as crianças e jovens, e com estes trabalhar aqueles conhecimentos.

Esse proceder oferece exemplo representativo de contraposição à pregação do pensamento único, que rege a globalização capitalista – lembrando, com Santos (2000, p. 53), que a “ciência [...] é uma das fontes do poder do pensamento único”. Este reforça uma ideologia em que a exclusão passa a ser vista como natural ou inevitável ou problema causado pelos próprios excluídos. Os educadores precisam se posicionar contra esse tipo de mentalidade e trabalhar pela inclusão, também de outras visões de mundo e formas de conhecimento, desde sempre relevantes, apesar de muito discriminadas nos últimos séculos no Ocidente. Elas são criações de culturas e pessoas ainda vivas, expondo riqueza de possibilidades humanas a ser igualmente valorizada.

Não confundir esta posição com uma atitude anticientífica. Aquela visa apenas recolocar a ciência no seu devido lugar, pois esta costuma ser “considerada [...] infalível” (Ibid.), o que não corresponde ao observado. Aqui, há o caminhar sobre um fio de navalha, delicado de se trilhar, mas necessário de ser praticado, se um sentido humano maior for para ser trazido para o primeiro plano de nossas atenções e ações.

5. Culturas indígenas e afro-brasileiras e astronomia cultural

As práticas sugeridas na seção seguinte também podem ser usadas com proveito para encaminhar trabalhos de inclusão de conteúdos das culturas indígenas e afrodescendentes brasileiras no currículo, conforme a nova legislação exige⁸. Astronomia cultural, em particular através da abordagem antropológica aqui exposta, é potencialmente muito rica para realizar aqueles conteúdos na escola segundo um espírito, a um só tempo, crítico e integrador que tal abordagem naturalmente estimula.

Essa inclusão curricular abrange vários domínios, temas e assuntos, pois tanto as afro-brasileiras, como as indígenas brasileiras, contêm, cada grupo, uma multiplicidade de etnias e especificidades culturais. Nos textos que tratam de atender à referida lei, as ênfases costumam concentrar-se em conteúdos relacionados às dimensões históricas, folclóricas, religiosas, jurídicas, culinárias e de costumes da cultura, mas a dimensão epistemológica e os respectivos etnoconhecimentos não costumam ser incluídos – e quando o são é de modo passageiro, como se fossem apenas mais um componente da cultura, quando, na verdade, é a dimensão epistemológica que traduz a matriz de especificidades primordiais das respectivas culturas, é ela que resguarda a originalidade constitutiva, criadora, dinâmica e transformadora de cada autoctonia em questão.

Esta dimensão, portanto, é das mais significativas em uma pedagogia de resistência de caráter emancipatório, pois ela expõe a existência de alternativas, mostra

⁸ A lei 11.645/08, de 10 de março de 2008, é a mais recente a regulamentar tal inclusão.

a importância e atualidade daquela cultura específica e explicita a vocação etnocida do universalismo associado ao pensamento único dominante. Em outras palavras, na diversidade epistemológica está a raiz de especificidades étnicas a serem trazidas para a educação básica em um processo de inclusão curricular crítico e emancipador. Nas aulas de ciências naturais habituais é que tal diversidade não é abordada mesmo. Cria-se, assim, na educação básica, uma lacuna permanente no que concerne à dimensão cultural-epistemológica na formação dos cidadãos, com graves implicações sociais para sua leitura, entendimento e acolhimento da multiculturalidade do país e do mundo.

Neste sentido, a proposta aqui apresentada tem muito a contribuir, pois seu eixo é a valorização da diversidade epistemológica e das relações autóctones holísticas que as culturas mantêm com o que existe – pessoas, céu, terra, estados de consciência, níveis de existência, o sagrado. Ademais, a presente abordagem busca vivenciar tais relações nas suas diversas formas de expressão e propõe práticas para tal finalidade.

Nos casos das culturas específicas em questão, os orientadores indicados para nos auxiliar nessa ação de inclusão curricular são os conhecedores tradicionais dessas respectivas culturas. Esses mestres, às vezes chamados griôs (conhecedores profundos dos mitos, saberes, história e valores de seu povo), são conselheiros ou pessoas de referência nas comunidades daquelas culturas – porém, nas mesmas, não são chamados de griôs, denominação esta mais recente, no Brasil, e ainda bastante acadêmica. Assim, são também orientadores de destaque para aquela inclusão curricular, os babalorixás (pais de santo), ialorixás (mães de santo) e benzedeiros, por parte das culturas afro-brasileiras, e os pajés, xamãs e curandeiros, por parte das culturas indígenas. As orientações na prática *Aulas de conhecedores tradicionais*, mais abaixo, se aplicam para a aproximação e trabalho também junto a mestres de comunidades específicas.

Já há vasta literatura especializada, que analisa criticamente a implementação do que essa lei exige e os cuidados necessários no processo, e muitos livros paradidáticos, que tratam do tema na prática – textos que os leitores talvez já conheçam ou saberão localizar. Contudo, nenhum desses textos aprofunda proposta na área aqui considerada.

Indico quatro referências de vertente antropológica, oportunas e aprofundadas, que podem ser úteis para a inclusão daqueles conteúdos em suas aulas. Para interações entre: *indígenas e afrodescendentes*: Assunção (2006), que trata da contribuição indígena em rituais de umbanda no sertão nordestino, e Carvalho, Reesink e Cavignac (2011), que abordam opressões da colonização e buscas identitárias entre negros e índios; *indígenas e homens brancos*: Ricardo e Ricardo (2011), compêndio com fartas informações, fotos e mapas da situação indígena e embates atuais; *afrodescendentes e homens brancos*: Póvoas (2007), o próprio autor um babalorixá, que discute variados domínios da afrodescendência e as experiências que vivenciou no candomblé.

6. Práticas: exemplos e orientações para atividades

As sugestões a seguir ajudam a realizar essa abordagem na prática pedagógica escolar e também se aplicam a situações de ensino não formal. O espaço aqui, porém, é restrito. Recomendo aos interessados prosseguir na busca de aprofundamentos, através das fontes fornecidas na bibliografia abaixo, referências nelas citadas e outras fontes.

Todas as atividades a seguir passaram pelo crivo de situações escolares reais, nos vários níveis de ensino. E todas precisam ser adaptadas, conforme o grupo, faixa etária etc.

Ao fazer as adaptações, é importante manter em mente o objetivo central da presente proposta: *a humanização do ensino por meio da vivência pessoal e comunitária daquelas atividades* – cuja efetividade requer participação ativa de quem as organiza. Algumas encontrarão melhor ambiente para desenvolvimento em escolas rurais ou de pequenas cidades do interior, mas também escolas de regiões marginalizadas nos grandes centros – onde o contingente de migrantes interioranos costuma ser grande – e mesmo de regiões centrais das capitais poderão se beneficiar das práticas aqui sugeridas.

Nesta seção, sugiro oito conjuntos de atividades para se trabalhar astronomia cultural na educação básica – cada um começando com os respectivos temas e orientações básicos emoldurados em uma “caixa de texto”. Evidentemente, isso não esgota as possibilidades existentes para tal trabalho. Contudo, cada atividade em si, e todas tomadas em conjunto, exploram muitas facetas do tipo de abordagem e pedagogia aqui propostas e são ricas em aberturas e sugestões para desenvolvimentos posteriores ou alternativos. O ideal, como sempre, é que quem for levar este ensino à prática recorra às fontes citadas, a outras fontes e às próprias sensibilidade e criatividade.

As práticas são para ser vividas com prazer. Inspire-se no enfoque aqui proposto. Crie atividades que, na sua visão, sejam mais adequadas para seus alunos e comunidade. Recomendo começar com as quatro primeiras tarefas. Mas, afora isso, não há ordem na realização das atividades; ademais, elas podem ser desenvolvidas concomitantemente.

Atenção: praticamente nenhuma das atividades e tarefas sugeridas tem “gabarito”. Isto é, você não encontrará a resposta em livros e nem mesmo na internet – apesar de esta conter muitas informações, o tipo de retorno que se espera dessas práticas depende muito do local onde ocorrem, tanto geográfica como culturalmente falando.

Por isto, a única solução é: *você também precisará fazer todas as tarefas que passar para seus alunos!* Senão, você não terá como dialogar com eles, dar o retorno esperado, descobrir o que há para ser descoberto e compartilhar aquilo tudo com eles.

Tarefa 1 para casa: A Lua, ah! a Lua ...

☪ Ache a Lua no céu. Aproveite essa visão. Faça esta tarefa tranquilamente, com tempo, sem nenhum pensamento ou expectativa. Esta tarefa deve ser curtida.

[Antes de tudo, a Lua, os astros, o céu, diurno e noturno, são para ser redescobertos, curtidos; no início, sem nenhuma intelectualização. Apenas (re)estabeleça contato com o céu.]

Imagine-se habitante do Brasil de uma época um pouco antes do descobrimento; portanto, há mais de quinhentos anos. (Pode ser mais difícil do que parece.) Experimente. Insista. Pare. Suspenda outros afazeres e preocupações. Se permita desfrutar esse contato.

☪ Repita isso no dia seguinte e em outros dias.

☪ Prepare uma breve descrição por escrito – ou, se ainda não for alfabetizado, ou, mesmo sendo, se preferir, pode desenhar, compor música, cantar, dançar, encenar, moldar em argila etc. – sobre essa sua vivência para compartilhar com os colegas na próxima aula.

Como já mencionado, o trabalho com conteúdos específicos, nesta abordagem, é amparado e orientado por aportes culturais e é estruturado, temporalmente, em função

do calendário astronômico do período em que a ação educacional ocorre. Assim, esta *primeira tarefa* deve ser planejada para ser feita, de preferência, *na época de lua nova* (a partir do 2º ou 3º dia dessa lua, quando ela já está mais facilmente visível). Ao longo da história da humanidade, a Lua tem tido participação importante no feitio de nossa estrutura representacional analógico-simbólica – em especial, nos domínios associados, por exemplo, à sexualidade, fecundidade, morte e renascimento (ELIADE, 1993). Por isto, encetar relações mais próximas com esse astro, em especial, constitui um ponto de partida de destaque em uma abordagem com os objetivos da apresentada neste trabalho.

Essa proposta é feita: 1) porque esse é o início de um ciclo lunar clássico para muitas culturas (cujo calendário era ou ainda é lunar); 2) porque guardamos ainda fortes conexões com a Lua (embora, em geral, estas não sejam valorizadas e estejam adormecidas⁹); e 3) para que os alunos possam fazer a lição de casa em um momento mais conveniente para eles (em termos de horários e sequência das fases lunares).

Um ponto importante, porém, é que *nada disto* – isto é, dessa estratégia pedagógica e preparações – *é comentado com eles*. Lembre-se sempre que queremos incentivar a ativação de outros domínios psíquicos, que envolvam a intuição, o afeto, a emoção, os sentimentos, o analógico, e não apenas os cognitivo-intelectuais habituais.

No dia em que for possível começar o tratamento desse assunto, os alunos recebem o texto (da caixa acima) impresso com a tarefa – ou esta é escrita na lousa pela professora/professor. Mas *não* é comentado *nada* sobre a fase em que a Lua está; *nem* esta palavra, *fase*, aparece ainda. No dia seguinte, eles entregam a tarefa pedida.

É comum, nessa situação, algum aluno de mais idade perguntar: “Ah!, a Lua estava minguante, não é, professora/professor?”. Na proposta pedagógica aqui defendida, nunca se responde a uma pergunta desse tipo, cuja resposta pode, e deve, ser obtida por trabalho e inspeção direta da própria pessoa interessada na resposta. Como comentei, queremos que outras partes e funções de sua psique e cognição sejam provocadas e outras habilidades exercitadas. Por isto, mesmo quando chega o momento de “dar” respostas, estas não devem ser expostas diretamente. Deve-se prosseguir com a abordagem problematizadora. No decorrer de sequências de perguntas (estruturadas por você, em função do objetivo e grupo envolvidos) e reflexões subsequentes vão-se construindo com eles os esclarecimentos procurados. Quando os professores conseguem dominar a própria insegurança e ansiedade, esse processo dialogado e dialético continua sendo dos melhores, pedagogicamente falando. Uma resposta direta àquela pergunta não vai ajudar o aluno a entender, de fato – isto é, *incorporadamente* –, o que está ocorrendo e por que aquela “lua” não pode ser minguante. Frente a tais perguntas, remetemos os alunos para posteriores acompanhamentos da Lua; depois se analisa “em que fase ela está” – e isto tudo se *eles* tocarem no assunto da fase; senão, só trazemos isso depois.

⁹ Por exemplo, conexões de caráter anímico e comportamental. Essas conexões – ainda que aqueles diretamente envolvidos possam, em geral, não ter consciência delas como tal – estão muito presentes nas relações intra e interpessoais em geral, principalmente se não se vive em grandes centros urbanos, e, em particular, nas relações de agricultores artesanais com o plantio, animais, afazeres domésticos, práticas medicinais etc. e de pescadores artesanais com a pesca, dias e horários para certos tipos de pesca etc. Vide, nesse sentido, comentários sobre mudanças de comportamentos na época de lua cheia e na comemoração de luaus, no início do conjunto das práticas *Celebrações, festividades*, mais abaixo. Maiores discussões sobre tais conexões podem ser encontradas, e.g., em Eliade (1993) e Jafelice (2010b).

Na terceira ou quarta aula após essa tarefa ser passada, os alunos chegam sabendo, por inspeção direta, que a Lua não pode estar na fase minguante, isto é, que ela não pode estar “minguando”, sumindo, porque sua parte iluminada está aumentando. E você não precisou falar nada a respeito! Auxiliados pelas orientações dadas, eles chegaram por si mesmos ao conhecimento ansiado e possível até aquele momento. Mais adiante, é claro, vai-se trabalhar com eles o motivo de existirem fases da Lua para quem a vê desde a Terra. Contudo, mesmo esse trabalho, é importante destacar, deve ser feito sempre na base de *atividades corporais e materiais instrucionais concretos* – deixando por último a discussão daqueles desenhos típicos dos livros didáticos. Mas isto tudo só será feito quando os alunos estiverem em outra etapa no aprendizado desses assuntos.

Tarefa 2 para casa: *Desenhando a Lua* [Para ser passada só na aula seguinte à da Tarefa 1.]

- Desenhe a Lua, *da forma em que a está vendo*, em um pedaço de papel de 10X10cm.

[Esta tarefa também é para ser feita *todos os dias* – de preferência no mesmo horário, enquanto isto for possível –, desde este “dia seguinte” de aula, *até o final* da intervenção educacional (curso; disciplina; ano letivo; etc.). Nesta tarefa, a orientação é para os alunos atentarem para acionar conscientemente outras percepções. Mas ela deve ser feita sempre *depois* de o aluno ter feito o contato anterior, de pura curtição, com a Lua e o céu. Reforce aos alunos que devem fazer *antes* a primeira tarefa (embora, agora, sem preparar um relato).]

- Depois de desenhá-la, *anote* no verso desse papel a *data*, o *horário*, o *lugar* e a *direção* em que você fez aquele desenho (*direção* é aquela em que você olhou, no céu, em relação a alguma referência terrestre – o muro, nos fundos de sua casa; bem no alto do céu; entre o coqueiro e o poste da praça etc.). Se quiser escrever seu nome ou qualquer outra coisa, faça-o apenas *no verso*. Na frente, fica só seu desenho da Lua, daquele dia.

O objetivo dessa tarefa é, após juntarmos os desenhos de todos os alunos, ao longo de muitos dias, montarmos o *calendário lunar desta turma*. Ele é um calendário coletivo. Por enquanto, aguarde. A montagem será feita entre todos juntos, em aula.

Oriente os alunos para fazerem o desenho diário o mais fielmente possível, como cada um está vendo a Lua no céu em cada dia. Se não a encontrarem em algum(s) dia(s), porque ela não apareceu nas vezes em que a procuraram ou porque estava nublado ou chovendo, mesmo assim oriente-os para desenharem um pedacinho do céu, do jeito que o estão vendo (“perto” de onde a Lua “deveria estar”), no papel, para representar o que cada um viu também naquele(s) dia(s) em que não pôde ver a Lua.

Aproveite essa tarefa observacional e oriente-os para prestarem atenção, também, em *tudo que* vai mudando na Lua de dia para dia e *como* tais mudanças se dão conforme os dias passam (e, às vezes, mesmo durante um único dia, entre seu nascente e seu poente). Peça para atentarem para a mudança na *forma*, ou no *aspecto*, da Lua; *como* tal aspecto muda; como o *horário* em que se vê a Lua em *certa altura no céu* muda; como muda a *posição da Lua em relação a um dado conjunto de estrelas de fundo* (que cada um escolhe como referência, a cada 2 ou 3 dias); como mudam *outros fatores* relacionados à Lua [cor, brilho, tamanho (aparente), caminho que ela descreve no céu, a “inclinação” das “pontinhas” dela e/ou de manchas nela, horários e locais em

que nasce e se põe etc.] e *quaisquer outras mudanças* que observarem com o passar do tempo, inclusive, se for o caso, aquelas eventualmente sentidas em si mesma/o¹⁰.

Com esses desenhos, vai-se montando o *calendário lunar* daquela turma. Após uma semana de essa tarefa ter sido passada, já dá para iniciar-se tal montagem. Começa-se com os desenhos feitos até ali (que você foi recebendo, organizando e guardando, a cada dia) e vai-se completando o calendário conforme os dias forem passando e os respectivos novos desenhos forem chegando.

Em uma parede longa, colam-se 31 números alinhados horizontalmente – escritos também em papel 10X10cm. Sob cada número (que representa o dia do mês), vai-se colando o desenho daquele dia, o qual é escolhido pela classe em conjunto. Note que o início da colagem dos desenhos não se dará, necessariamente, no primeiro dia do mês, e, sim, no dia em que começaram a fazer esta Tarefa 2. Além disto, abaixo de cada número (dia), precisa haver espaço para serem colados os respectivos desenhos dos meses seguintes. É importante que a escolha do desenho de cada dia ocorra de forma a democratizar a inserção dos desenhos, para garantir que, ao longo do tempo, cada aluno da turma tenha alguns desenhos seus compondo o referido calendário. Após 2 a 3 meses, já é possível aos alunos começar a perceber que vai se configurando um padrão de sequência de “formatos” da Lua¹¹. Deve-se, então, problematizar essa descoberta com eles. (Na Figura 2, há um exemplo desse tipo de calendário.)

¹⁰ Ou seja, peça ainda que atentem a si mesmos – se percebem alguma mudança de estado de espírito e/ou fisiológica relacionada às mudanças da Lua, ou do Sol, ou no céu – e prestem atenção também se notam mudanças nas plantas e nos animais. Se quando for fazer esse tipo de pedido você for acusada/o de estar confundindo os alunos e incentivando as ideias erradas da astrologia, não desista. Não se trata disto. Embora tenha se cristalizado no imaginário da educação astronômica habitual que a “astrologia [é uma] grande bobagem e perigo; exemplo do mal pensar; ramo equivocado das origens históricas da astronomia”, na verdade a “astrologia [além de fazer parte da história da astronomia, é um exemplo de] pensamento analógico, essencial para nosso êxito como espécie e relevante até hoje para construirmos sentidos; [espelha uma ansiada] unidade cósmica; [com] ricos conteúdos simbólicos e processos psíquicos envolvidos” (Jafelice, 2010b, p. 255). Assim, pode-se, e deve-se, fazer aquele tipo de pedido aos alunos, sem usar argumentos astrológicos. Todas aquelas mudanças são de caráter cronobiológico. *Cronobiologia* é a ciência que estuda a relação entre variações ambientais temporais (que, na Terra, se devem essencialmente a fenômenos de origem *celeste*) e processos adaptativos de organismos vivos associados àquelas. Esses processos envolvem mecanismos fisiológicos que permitem ajustes da regulação interna do fluir temporal em cada organismo, constituindo os chamados “relógios biológicos”, que acionam, suspendem ou modificam sensações e comportamentos, conforme necessidades de cada espécie. [Vide Jafelice (2010b; p. 226-235, 308-314, 318, 353, 356-359 e 380), e referências específicas lá citadas (nas páginas: 265-266, 275, 277-278, 291, 318 e 353)], para aprofundar a discussão sobre cronobiologia.]

¹¹ Na falta de parede longa o suficiente, ou se não der para colar papéis na parede, os números podem ser colados em um pedaço de papel largo, de embrulho, e podem ser dispostos em 2 ou mais linhas paralelas. Em Freitas (2010, p. 49-50) e Medeiros (2010, p. 190-191) há maiores comentários sobre essa prática. Conforme já pude constatar, tais calendários são feitos com proveito por crianças com 6 anos de idade a adultos com mais de 20 anos de idade. Naturalmente, o trabalho sobre o resultado deve respeitar eventuais interesses singulares de cada grupo e as especificidades etárias envolvidas.



Figura 2 - Exemplo de calendário lunar coletivo da turma de 3º ano, da professora Luciene, da Escola Estadual Alceu Amoroso Lima (Natal, RN).

Foto: Luiz Carlos Jafelice; 02/12/2006.

Uma das ideias básicas dessa prática é estimular outras associações e ajudar as pessoas (em geral pouco ou nada habituadas a um contato vivenciado com ritmos celestes) a concretizar esses ritmos, por meio de um registro que reproduz as primeiras organizações na medida do tempo feitas por praticamente todas as culturas humanas.

Essas tarefas e as demais atividades facilitam que os alunos criem um novo hábito: o de *olhar* para o céu e *experimentar* como os ritmos cósmicos mais próximos (movimentos aparentes do Sol, da Lua, planetas e constelações) se dão. Ademais, uma das ideias centrais nesta abordagem e, portanto, nessas estratégias, é a de levá-los a *fazer uma coisa* (no caso, seguir a Lua, descobrir em que fase ela está, desenhá-la, observar como muda sua posição em relação a um conjunto de estrelas de fundo etc.), com o intuito (se a estratégia for bem-sucedida) de que *façam principalmente outra* (recuperem e incorporem, no início sem ter consciência, uma relação mais interiorizada e ampla com os pulsares cósmicos). Esses pulsares estão tão próximos no corpopírito de cada um e, ao mesmo tempo, são tão imperceptíveis. Mas podem ser revivificados e desfrutados com relativa naturalidade e simplicidade, se a reaproximação a eles se der de modo mais especialmente planejado e cuidadoso em priorizar tal finalidade.

Enquanto os alunos e você estão restabelecendo contato com o céu e seus ritmos e sua presença em nossa vida – o que pode levar ao menos um mês¹² – “aguardamos”, isto é, conduzimos outras questões e atividades antes de abordar diretamente as relativas ao ciclo lunar.

Dois procedimentos que considero fundamentais nessa revivificação e manutenção do contato com o céu, consigo mesma/o e com conexões ambientais diversas e amplas (nos processos de autoconhecimento e consciência ambiental maior espontaneamente desencadeados por meio dessas práticas), são: *dar tempo ao tempo*; e *priorizar o conhecimento vivencial do aluno*, construído através de orientações adequadas que você propicia e sem o oferecimento prematuro de respostas conceituais.

¹² Isto porque um mês é o intervalo de tempo para um *ciclo lunar* se completar, e este é um conceito muito especial de ser *vivenciado* – antes de ser apresentado e trabalhado intelectualmente, como costuma acontecer. Enquanto se “espera” o mês passar, as outras tarefas e atividades aqui descritas vão sendo realizadas. E ainda, conforme fiz com muitos grupos, enquanto o mês passava e as atividades iam sendo feitas, eu trabalhava com eles, em paralelo, diversos mitos cosmogônicos (vide nota de rodapé número 15, logo abaixo, com comentários sobre tais mitos).

Tarefa 3 para casa: *Vênus, hum ..., quem serás?*

- * Às vezes, Vênus se nos apresenta como *estrela d'alva*, aparecendo no céu um pouco antes do nascer do Sol, outras, como *estrela vésper* ou *vespertina*, porque fica visível logo após o Sol se pôr. Em certas épocas, esse astro nem aparece no céu. Em qualquer um dos casos, ele nunca fica muito longe do Sol no céu¹³. Descubra – buscando *no céu*, e *só nele* (resista; não recorra à internet ou a anuário astronômico ainda; busque *apenas no céu*) – se atualmente Vênus está como estrela d'alva, vespertina ou não está visível.
- * Uma vez descoberto isto, se ele estiver aparecendo, observe-o nos outros dias também. Se não estiver visível, pastore o céu, diariamente, perto do Sol (mas *não* fixe o olhar neste), de manhã e de noite; assim que Vênus voltar a aparecer, acompanhe-o dia a dia. [Como antes, se você expressou tal vivência de alguma forma, traga-a para mostrá-la.]

No caso de crianças que estão tendo o primeiro contato com esse astro, você pode, se quiser, falar que Vênus é um planeta, e não uma estrela, mas isto, nessa etapa, não é o mais importante. Não fique ansiosa/o com isso. Supere esses condicionamentos que sua formação conteudista lhe impôs. Não faltará tempo e contexto oportuno para você trazer isso à tona para elas. O mais importante nesta atividade é os alunos viverem essa busca nos céus e desvendarem esse comportamento intrigante de Vênus.

Essa tarefa pode ser estendida, conforme os alunos vão se familiarizando e avançando na relação com as coisas do céu, para incluir outros planetas visíveis a olho nu na época das aulas. Busque informações sobre estes, por exemplo, no sítio do Observatório Nacional (<http://www.on.br>), e invente uma atividade com o espírito da proposta aqui sugerida.

Tarefa 4 para casa: *Você sabia?*

Pergunte a conhecidos, pelo menos a umas duas ou três pessoas, que não façam parte desta escola (curso/disciplina), as questões abaixo (mas sem inibir nem induzir nenhum tipo de resposta; deixe que as pessoas falem espontaneamente sobre estes assuntos):

- ★ Qual sua relação com a Lua? (*Anote as respostas.*)
- ★ Qual sua relação com a estrela d'alva ou com a vésper? (*Anote as respostas.*)
- ★ Para que servem as estrelas? (*Anote as respostas.*)
- ★ Se lhe ocorrer alguma outra ideia ou pergunta para fazer, *realize-a e anote-a* também.

Você também deve entregar, na próxima aula, os resultados, por escrito, das entrevistas que fez e compartilhar essas suas anotações e suas impressões com os colegas em sala de aula.

Essa tarefa visa estabelecer um primeiro contato dos envolvidos com *uma outra forma* de ver e se relacionar com aquilo considerado do domínio da astronomia. É uma boa preparação para o posterior trabalho com os conhecimentos tradicionais sobre o ambiente, conforme exposto mais abaixo. É fundamental tratar os entrevistados com respeito e entender que não há “resposta certa” àquelas questões, nem “resposta

¹³ Esta forma de dizer é para diferenciar Vênus (e Mercúrio) dos outros planetas, que estão mais distantes do Sol do que a Terra. Esses outros planetas, como, por exemplo, Júpiter, Saturno, Marte etc., podem ser vistos inclusive no meio da noite (se as condições permitirem). Mercúrio e Vênus, porém, por estarem fisicamente mais próximos do Sol do que a Terra, também no céu eles nunca ficam muito longe do Sol (desde a inevitável perspectiva topocêntrica de que vemos os fenômenos celestes, como já comentei antes) e, portanto, eles nunca poderão ser vistos quando for noite alta; nas épocas em que é possível avistá-los, isto só acontece durante relativamente pouco tempo após o poente ou antes do nascente.

ridícula”, nem deve ocorrer qualquer tipo de discriminação, ao contrário! A ideia é de inclusão, de começar a trazer para a escola outras verdades que estão no entorno desta – e às vezes dentro dela –, mas que não têm espaço ou oportunidade de ser expressas.

Arqueoastronomia

☉ *Busca por vestígios pré-históricos, talvez de inspiração celeste, na sua região.*

Até aqui, as práticas envolveram conteúdos de etnoastronomia. Porém, também arqueoastronomia é uma área que pode ser convenientemente explorada no contexto da presente abordagem. Essa área busca evidências materiais que indiquem realizações humanas do passado inspiradas, eventualmente, em fenômenos celestes. Por exemplo: correlações entre coisas do céu e disposições de restos de assentamentos; orientação de templos ou de sepultamentos; pinturas rupestres ou incisões na rocha; entre outros.

Para esta abordagem, o importante é que onde moramos agora foi ocupado por outros povos. Eles podem ser nossos ancestrais ou não. Mas só o fato de terem vivido onde seus alunos vivem já basta para ter-se algo em comum e despertar curiosidade: como eles viviam e se relacionavam com o ambiente?; como era este, então?; etc.

Oriente seus alunos para buscarem se no município onde você leciona, ou região próxima, há informações sobre antigos lugares de “poder”, ou de “magia” especial. Às vezes, há registros conhecidos como “letreiros” (em geral, rochas com desenhos rupestres de antes do descobrimento do Brasil – algumas, inclusive, com formas sugerindo astros e cometas; seu significado, porém, é desconhecido e não dá para inferir-se o que, de fato, as inspirou), cemitérios (indígenas) antigos etc. Às vezes, há, ainda, na região, quem tenha encontrado adornos corporais de ossos ou conchas, utensílios de pedra para caça (por exemplo, ponta de flecha, de lança) ou de uso cotidiano (como lâmina de machado, pilão, almofariz), ou uma “pedra de raio”¹⁴ etc. Cruze isso tudo também com dados históricos do município e região. Essas informações todas são outras fontes de inspirações para você criar práticas educacionais transdisciplinares de matiz antropológico¹⁵.

¹⁴ “Pedra de raio” – no Nordeste também chamada “pedra de corisco” – é um artefato lítico, com simetria e forma bem moldadas, produzido por culturas pré-históricas (ou pré-descobrimto, nos casos do Brasil, Américas, Austrália etc.) (JAFELICE, 2010b, p. 347).

¹⁵ Neste sentido, outras boas fontes para criar práticas com tal matiz – e, no caso, estendendo para além daquelas sobre arqueoastronomia – são: o *Lunário Perpétuo* e os *mitos cosmogônicos*. O *Lunário Perpétuo* é um livro sobre conhecimentos astronômicos, religiosos, meteorológicos, agrícolas, medicinais, filosóficos etc., muito influente até meados do século passado, sobretudo no Nordeste; e ainda hoje há quem recorra a ele para obter as mais variadas orientações. Tente encontrar quem tenha usado o *Lunário* ou disponha de um exemplar do mesmo. Uma referência básica sobre ele que conheço é Cortez (1912). Mas há versões mais recentes. Vide Jafelice (2010b, p. 266-267) para maiores comentários sobre o *Lunário*. *Mitos cosmogônicos* são relatos de diferentes culturas sobre a origem dos astros, dos animais, das pessoas, da morte, do dia, da noite etc. Algumas referências para este assunto são, por exemplo: Martins (1994), Boff (2001) e Mandela (2009). Crie práticas integradoras com esses dois elementos (*Lunário Perpétuo* e *mitos cosmogônicos*), dentre outros, e também trabalhe isso tudo com seus alunos.

Constelações, “estações do ano”, pontos cardeais, a “migração” das sombras ao longo do dia, o “caminhar” anual do Sol no céu

- * Salpique de tinta ou “Constelações de tinta” em papel. [Oficina para sala de aula.]
- * Constelações e direções cardeais.
- * Constelações marcadoras de “estações do ano” entre os índios Desana.
- * Constelações autóctones.
- * Gnômons humanos: “migração” das sombras do sol; “hora do dia”; direções cardeais.
- * O “caminhar” anual do Sol no céu.

Seres humanos de qualquer cultura enxergam padrões na vida, no ambiente, no céu (que faz parte do ambiente), os quais simbolizam o sentido da existência para eles. São padrões criados dentro do contexto da cultura à qual aquelas pessoas pertencem. Esses padrões costumam ser bem diferentes de uma cultura para outra, mas dão igualmente conta de conformar uma visão de mundo coerente e significativa para cada uma delas. Este tema, portanto, é muito relevante e também aqui é preciso oferecer estímulos à descoberta (conscientização) e à projeção (psicológica e cultural) associada àquela visualização de padrões.

A prática do *Salpique de tinta*, ou “Constelações de tinta” em papel¹⁶, consiste em oferecer um incentivo introdutório mais manipulável para o trabalho com padrões. Pode-se usar uma única cartolina, sobre a qual tinta guache, por exemplo, é salpicada e cujos pingos vão ser copiados pelos alunos nas respectivas folhas de papel. Neste caso, é preciso orientá-los para que a cópia seja tão fiel ao original quanto eles conseguirem fazer, embora em menor tamanho (como em uma “fotocópia” reduzida) – isto é, devem copiar tentando manter as disposições relativas e proporções dos pingos (inclusive dos respectivos tamanhos destes) do jeito que eles aparecem na cartolina¹⁷. Ou pode-se dar a tinta para que cada um salpique sua folha. Em ambos os casos, ao final, cada aluno terá sua folha com vários pontos de tinta sobre ela – estes representarão, então, as “estrelas” desse “pedaço de céu” deles; e as diferenças de tamanho dos pingos, corresponderão aos diferentes “brilhos” das estrelas, conforme costumamos representar nos mapas estelares impressos. Nessa folha, o aluno começa o exercício de procurar padrões. Estes, como mencionado, espelham projeções. As pessoas veem o que conhecem e lhes é importante. Para crianças mais novas, é comum aparecerem, por exemplo, tanto no salpique de tinta, quanto no céu, constelações “do carrinho”, “do vestido”, “da boneca”, “do pente”, “da estrela”, “da borboleta”, “da letra A” etc. Mentalmente, elas vão “ligar os pontinhos” e enxergar o que elas estão colocando ali. (Na Figura 3, há um exemplo dessa prática.)

¹⁶ Vide Freitas (2010, p. 58-64) e Fernandes (2010, p. 114-116), onde há exemplos, figuras e maiores comentários sobre essa prática.

¹⁷ Este proceder pode ser aplicado, depois, em outra atividade, agora de campo, quando os alunos, em contato com o céu noturno, forem orientados por você para copiarem no papel, com fidelidade, um pedaço do céu que cada um escolheu reproduzir. Essa prática, seja com a cartolina ou com o céu, se inter-relaciona com matemática, especialmente geometria, pois trabalha a atenção a “disposições e proporções relativas” e a “reprodução de padrões visuais”. Devidamente adaptada, ela pode ser aplicada a quase todas as faixas etárias. Já realizei essa aula de campo, inclusive, com alunos do 3º ano do ensino fundamental e o resultado foi muito positivo. Experimente. Use o “salpique” como treino e depois trabalhe com o céu.



Figura 3 - Prática do *salpique de tinta* realizada por meus alunos da disciplina de Astronomia, da Licenciatura em Geografia da UFRN. No canto superior esquerdo está a cartolina salpicada que serviu como original (aqui, reduzida, para igualar seu tamanho ao das folhas dos alunos), as outras três figuras são dos desenhos dos alunos (em papel A4)¹⁸.

Fotos: Luiz Carlos Jafelice; 06/04/2006.

Tais projeções devem ser espontâneas, isto é, você não deve induzi-las. Permita que eles vejam o que lhes surgir, o que quiserem ou imaginarem ver. Inclusive depois, quando os alunos, em alguma aula de campo noturna (mas ainda no início desse trabalho com eles sobre constelações), tiverem contato com o céu estrelado de fato, se perguntarem algo como: “aquela é a constelação de [Escorpião, Cruzeiro do Sul; Órion; etc.]?”, não se deve responder (isto é, ainda não). Deve-se, sim, estimulá-los a admirar aquele céu e ver o que enxergam nele, se enxergam alguma forma/figura e qual(is).

O objetivo, de novo, é realçar um olhar antropológico para o tema. Na verdade, constelações não têm nada de relevante para a astronomia científica contemporânea, porque elas não são entidades físicas. Com efeito, as estrelas que compõem aquilo que, visto da Terra, chamamos de constelação, não só não estão no plano do céu¹⁹, como (e do ponto de vista da física isto é mais significativo) não estão gravitacionalmente ligadas²⁰, e nem as constelações nos dizem algo sobre a origem, constituição, estrutura e

¹⁸ Note que embora o pedaço de “céu” (cartolina) seja o mesmo para todos os participantes e os pingos de tinta em cada folha de papel reproduzam razoavelmente o padrão geral e os detalhes daquele “céu”, cada pessoa projetou e enxergou ali figuras e significados bem diferentes uns dos outros; contudo, observe também que todas essas projeções provêm do mesmo matiz da cultura à qual essas pessoas pertencem.

¹⁹ Isto é, as estrelas de uma constelação não pertencem ao plano do céu, como nossa visão desde a Terra faz parecer. Suas distâncias à Terra não são aproximadamente iguais umas às outras. Em geral, cada estrela de uma constelação tem distância à Terra muito diferente das outras componentes da constelação.

²⁰ Quer dizer, embora haja interação gravitacional entre elas, porque a ação gravitacional é de longo alcance, as estrelas que compõem uma constelação não estão presas gravitacionalmente umas às outras, como, por exemplo, a Terra e a Lua estão gravitacionalmente ligadas uma à outra. Isto significa que aquelas estrelas vão se dispersar, isto é, vão se movimentar com relativa liberdade e, eventualmente, vão se afastar indefinidamente umas das outras – e, portanto, neste caso, o mais provável é que a “imagem” que se vê, desde a Terra, daquela constelação ficará muito diferente com o passar do tempo. Contudo, tais mudanças só são perceptíveis se pudermos comparar fotos ou desenhos fidedignos da constelação feitos em épocas muito longínquas uma da outra, porque são mudanças que levam um tempo muito longo para

evolução do universo (fisicamente falando). O fato de se encontrar, ainda, bastante referência a constelações em publicações sobre astronomia para o grande público, se deve a motivos históricos e porque esse é um assunto que faz sucesso junto às pessoas (ou seja, ambos, motivos de cunho *cultural* ocidental); porém, nenhuma pesquisa em ciência astronômica envolve constelações. “Constelações” é um assunto antropológico. Elas são relevantes e significantes para as *culturas* humanas. E é isto o que deve lhe servir de guia ao trabalhá-las com os alunos.

Por isto, é importante não restringir esse trabalho às “nossas constelações”, ou seja, àquelas que nossa cultura nos inculcou e com as quais estamos familiarizados (ainda que só de ouvir falar). Vamos trabalhar com essas também, é claro; mas constelações, em geral, nos interessam como mais um amplo campo para o exercício da antropologia, o qual nos ajuda a desvelar a diversidade, complexidade e riqueza de olhares, interpretações, representações e construções realizadas por seres humanos. Então, neste assunto, em particular (mas não só nele), busque na bibliografia citada e em outros livros, revistas, internet, exemplos de asterismos²¹ identificados por *diversas culturas* para contextualizá-los e discuti-los com seus alunos.

Conforme tenho enfatizado em várias ocasiões e trabalhos²²: *o céu não é único; há tantos céus quantas culturas humanas* – assim como há tantas *Terras*, visões de mundo, da natureza, das pessoas, do sagrado etc. Todos igualmente válidos e legítimos.

No caso dos padrões estelares, por exemplo, em uma mesma região do céu onde enxergamos a constelação do Escorpião (porque herdamos sua origem mesopotâmica, com posterior elaboração grega, onde esse animal tinha um perfil arquetípico a se encaixar nas narrativas míticas daquelas culturas), os havaianos enxergam um anzol (pois foi seu deus que, usando um anzol, puxou do fundo do mar as terras que compõem o arquipélago onde vivem) e os índios Tembé (no Pará e parte do Maranhão) veem uma das patas da constelação da Ema (a maior ave da Amazônia, que anuncia fortuna).

Constelações são usadas ainda para marcar a época, ou “estação”, do ano e como referência noturna para direções cardeais. As “Três Marias” (que *não* é uma constelação ocidental oficial), no cinturão do caçador Órion, com outras estrelas da “bainha” da espada de Órion, formam uma “seta” que aponta para a direção norte (indicação usada pelos fenícios); o mastro maior do “Cruzeiro do Sul” aponta para o polo sul celeste (indicação usada na época das grandes navegações), assim como a mediatriz do segmento entre as estrelas Alfa e Beta do “Centaurus” (indicação usada por aviadores).

serem perceptíveis, em comparação com a duração de uma vida humana, por exemplo; e, às vezes, mesmo após muitos e muitos séculos, as mudanças podem não ser tão notórias.

²¹ Neste trabalho, mantive o uso do termo constelação devido ao objetivo e público a quem se dirige. Contudo, convém registrar que em astronomia cultural, em vez de constelação, usa-se o termo asterismo, porque este é mais abrangente que aquele. Denomina-se *asterismo* a qualquer padrão identificado no céu, por uma dada cultura, que lhe é relevante do ponto de vista antropológico. Assim, toda constelação (na acepção que conhecemos, formada por um conjunto de estrelas) é um asterismo. Mas também manchas no céu noturno, claras ou escuras (estas na Via Láctea), projeções não figurativas e outros fenômenos são asterismos. Cada cultura tem seus asterismos de referência. Busque-os e trabalhe-os em suas aulas.

²² Em cursos, palestras, entrevistas etc., alguns disponíveis em Jafelice (2011), e, por exemplo, nas publicações Jafelice (2009), Jafelice (2010b, p. 224, 255, 355, 401) e referências ali citadas.

Em termos de ciclo anual, o Sol é um marcador diurno evidente. À noite, esse ciclo é referenciado pelas constelações (autóctones, de cada povo). Constelações que nascem ou se põem logo após o Sol se pôr, ou um pouco antes de ele nascer, costumam ser usadas para aquela marcação. Isso varia muito entre as culturas. E as “subdivisões” desse ciclo, mais ainda, atendendo a peculiaridades culturais e ambientais. Em uma dada cultura, sua organização sociocultural tradicional contempla atividades diversas: de subsistência, lazer, econômicas, cerimoniais etc., ao longo de um ciclo anual.

Mesmo em uma só cultura, como, por exemplo, a dos índios Desana, do noroeste do Amazonas, o calendário socioeconômico do grupo do rio Tiquié é diferente daquele do grupo Wahari Diputiro Porã. Para os Desana do rio Tiquié, “o ano começa em outubro. Nesse mês surgem, no poente, quatro constelações, às quais correspondem chuvas que recebem os mesmos nomes [das constelações]” (RIBEIRO, 1995, p. 108). Para o grupo Wahari Diputiro Porã, “o ano começa na segunda quinzena de agosto, quando a constelação [...] [da garça] entra no poente, ao cair da tarde. [Esta é a primeira estação, a da “enchente da garça”]” (DIAKURU, 2006, p.18). Dentre as constelações marcadoras de “estações” que são comuns a ambos os grupos, inclusive pela ordem em que surgem, estão, por exemplo, as da “enchente da cabeça da jararaca”, “enchente do corpo da jararaca” e “enchente dos ovos da jararaca”. Nesses exemplos, as nomeações das constelações e a relação íntima destas com habitantes e acontecimentos do ambiente (físico e simbólico) em que aquela cultura existe são evidentes.

Os Desana do primeiro grupo marcam a divisão do ano com 19 constelações; os do segundo, com 22. Nenhuma delas guarda relação com quaisquer das 88 constelações ocidentais oficiais. Além disto, aquelas constelações (sejam as 19 ou as 22) se referem exclusivamente às associadas como marcadoras das “estações do ano” (i.e., na acepção indígena de estação), porque para eles há várias outras constelações no céu.

Para os Desana do rio Tiquié, “as épocas de derrubada, queima e plantio das roças [...] são calculadas pelo aparecimento de constelações e das chuvas concomitantes, entre as quais medeiam curtas estiagens” (RIBEIRO, 1995, p. 107). E mais: “[àquelas chuvas] correspondem fenômenos naturais, tais como: a piracema [...]; maturação de saúvas, térmites, gafanhotos e larvas de borboletas, de que os índios se alimentam em determinadas épocas do ano [...]” (Ibid.). Os Desana do grupo Wahari Diputiro Porã “acompanham as estações do ano através das constelações e do tempo de amadurecimento das frutas” (DIAKURU, 2006, p. 17-18). “[Essas constelações vêm] do nascente e entram no poente. Quando uma constelação entra no poente, na boca da noite, sempre acontece uma enchente ou inverno [...]. No final da enchente, forma-se um pequeno verão [...] de alguns dias ou uma semana. Antes de cada lua nova, sempre cai também uma pequena chuva” (Ibid.).

Observe o conhecimento e a integração ambiental profundos e complexos dessa cultura (e presentes em culturas indígenas em geral): eles identificam cerca de duas dezenas de “estações” em um ano, com toda uma variedade de indicadores das mesmas – onde o céu é um destes – e toda uma gama de sutilezas nos indicadores.

É muito instrutivo contrapor-se essa complexidade e exuberância de organização “sazonal” de uma cultura autóctone (aliás, no caso, brasileira), com o quadro típico no ensino do assunto das “quatro estações do ano” nas disciplinas de ciências e de geografia da nossa educação formal. Nesta altura, já lhe deve ser claro que

não se trata de que “eles (outras culturas) estão errados” e “nós estamos certos”. Nem o contrário! Contudo, é fato que o esquema de “organização sazonal” que herdamos (na linha do que mencionei de Vandana Shiva, anteriormente) não respeita as especificidades culturais e ambientais locais. Ele nos chega, então, como imposição da verdade, quando se trata apenas de uma opção (também ela cultural; no caso, da nossa cultura) em organizar e descrever as coisas dessa forma. É preciso estarmos atentos a esses hábitos do pensamento, que nos são inculcados por nossa educação. Eles operam como imposições subliminares, que fazem parecer “natural – e, portanto, o mais correto – que assim seja”, quando não passam de escolhas histórico-culturais e convenções, mas com consequências no viver (mentalidade, visão de mundo, valores, posturas, ações, quem e como incluir ou excluir etc.). É preciso sermos críticos em relação a isso também. Convém distinguir “estações” definidas “pela astronomia” (associadas à posição relativa da Terra em sua órbita em torno do Sol) daquelas caracterizadas “socioambientalmente”, ou “pelo clima e cultura”. Seja como for, em um caso ou outro, a escolha é convencional, e não objetiva e indiscutível, como esse assunto nos é apresentado, com frequência – embora também sobressai que a definição de “estação” sensível ao “socioambiental”, ou motivada “pela cultura-ambiente”, é mais razoável e útil para as necessidades da vida cotidiana, em geral. Por isto, evite ensinar só as “quatro estações do ano” da forma típica habitual. Amplie e enriqueça tal ensino, trazendo, problematizando e contextualizando *variados exemplos autóctones* de “estações do ano”. Será construtivo, inclusivo e crescedor para todos.

Esses tipos de habilidade observacional e de capacidade classificatória, exemplificados acima com os Desana, também são do domínio de conhecedores tradicionais Brasil adentro. No sertão nordestino, por exemplo (mas não apenas ali), também há quem marque as épocas das “estações do ano” por constelações, como, por exemplo, a “da Barca”,²³ segundo nos ensinou seu Josias da Silva, de Carnaúba dos Dantas (RN). (Na Figura 4, há uma foto dessa constelação.) Esses profetas, como são chamados no Nordeste (por fazerem previsões meteorológicas com grande antecedência), identificam um vasto número de marcadores do tempo (no sentido sazonal) ao longo do ano, envolvendo mudanças não só no céu, mas em plantas e nos comportamentos de animais. Esses conhecedores tradicionais não estão parados no tempo. Eles estão aptos a registrar mudanças na dinâmica ambiental (isto é, nos “sinais”) e o fazem sempre que elas ocorrem, em coerência com um conhecimento construído em estreito e constante diálogo com o ambiente.

²³ A constelação da Barca é um asterismo autóctone; não corresponde a nenhuma das 88 constelações convencionadas pela astronomia ocidental. Aquela denominação, muito usada, de fato é uma abreviação. Tal asterismo (que inclui, ademais, uma “estrela-peixinho”, que acompanha “a Barca”; vide Figura 4) também é denominado constelação “da Arca de Noé” ou ainda, simplesmente, constelação “da Arca”.



Figura 4 - Constelação da Barca. Ela é formada pelas 5 estrelas mais brilhantes nos dois terços superiores da foto, parecendo o contorno do casco de um barco inclinado para a esquerda, mais uma 6ª estrela (o “peixinho”), menos brilhante, que o acompanha e aparece quase colada à segunda estrela, de cima para baixo, “da Barca”. A Barca indica a chegada do inverno na região, ocasião em que ela é visível um pouco acima do horizonte norte, por volta das oito horas da noite, na posição indicada na foto. Essa constelação não é visível da latitude de Brasília (~ 15° Sul) para o sul do país.
Foto: editada pelo autor a partir do original em: <<https://oblogdofisico.files.wordpress.com/2011/01/ursa.jpg>>; acesso em 02/07/2015.

No Nordeste, em geral, apenas duas “estações do ano”²⁴ são reconhecidas: a *seca*, que é quando não há chuva, e o *inverno*, que é o período das chuvas. Este último, apesar do nome, não tem qualquer correlação com a “nossa” estação denominada inverno. A *chuva* é o elemento decisivo nessa definição “sazonal” – e não os meses em que aprendemos que as estações ocorrem, nem a temperatura ambiental média. Naquela região, não há datas marcadas para tais períodos, ou “estações”. Ali, a pessoa só sabe como foi o ano, sazonalmente falando, depois que ele passou; não há como definir isso com precisão antes. E o quadro todo, na prática, é mais complexo ainda. Com efeito, a chuva pode começar em dezembro, janeiro, fevereiro ou até em março – ou nem acontecer – e pode terminar em março, abril, maio ou até em junho. “Inverno bom” é quando chove de dezembro a junho, coisa muito rara. Mesmo se não chover por um período tão longo, mas as chuvas forem boas, se diz que “o ano foi bom de inverno”. Há ano em que *não há inverno*. Se o período das chuvas acaba em maio, e em junho chove um pouco, chuva fraca, diz-se que “é a neblina de São João”. Há invernos em que as pessoas dizem que a chuva forte acontece na época de lua cheia. Às vezes, se usa o termo *verão*, mas principalmente quando, *durante o inverno*, há uma estiada longa, parando de chover, por exemplo, por um mês. Nestes casos, se diz que “está fazendo verão” ou que “deu um verão grande”; segundo as pessoas, a situação “está mais para uma seca”. Quando a chuva retorna após tais interrupções, se diz que “o inverno pegou de novo”. Porém, se o inverno começou e ao longo do mesmo a chuva para por alguns dias, as pessoas da região dizem que “deu uma estiada”. Quer dizer, pode haver uma intercalação de verões, ou de estiadas, no inverno. Mas o oposto não é verdadeiro, isto é, em ano em que não há inverno, ou se este já aconteceu e se está no período da seca, e

²⁴ Isto é, são períodos em que o ano é dividido, mas não são chamadas de *estações* pelas pessoas da região – igual ao que ocorre com as culturas autóctones –; nós é que herdamos a denominação *estação do ano*.

chover, não se chama isso de inverno, e sim se diz que “deu um sereno” ou “deu uma chuva” – de acordo com a intensidade da chuva, pois o termo “sereno” se refere a chuvas mais fracas; ou ainda, se for chuva e ela se repetir em alguns dias, se diz que “deu umas chuvadas”. Em suma, na prática, nessa região, em termos de “estações” que efetivamente se realizam em um dado ano, *cada ano é de um jeito*. Como mencionei, só dá para saber com certeza quais as “estações” *do ano depois* que ele passou!²⁵

Ainda sobre constelações, quando tratamos daquelas de diferentes culturas, precisamos ampliar nossa concepção de constelação (por isto, como mencionei, nos trabalhos em astronomia cultural se adota a denominação asterismo). Em algumas culturas, constelações podem ser definidas com base em um significado qualitativo – e não figurativo, como estamos habituados a entender o termo no Ocidente, isto é, seu simbolismo pode não ter nada a ver com uma figura reconhecível, “como se ligássemos pontinhos (estrelas)”. Outros povos, como os andinos, veem constelações escuras na Via Láctea (que é aquela faixa leitosa visível em céus límpidos, quando se está longe de poluição luminosa – também chamada, no Nordeste, de Velho Carreiro), isto é, “falhas” naquela faixa são interpretadas como representações celestes. O reconhecimento dessas constelações escuras, aliás, se faz presente entre nós, como as constelações do saco de carvão, do sapo etc., que diversas culturas indígenas brasileiras também identificam, assim como alguns conhecedores tradicionais brasileiros com os quais tive contato.

Sobre *pontos cardeais*, já mencionei acima algo sobre sua determinação. Não complicuemos o ensino desse assunto. Mesmo crianças – se fizeram a tarefa inicial de achar a Lua no céu – sabem “de que lado a Lua nasce” (em relação à casa onde moram e/ou à escola). É o que basta. Colocando-se de frente para o lado onde a Lua nasce (e que o Sol, as estrelas, as constelações etc. nascem), se está olhando para o leste. Não será o ponto cardeal leste, mas será, digamos, o *quadrante leste*, que é o primeiro (e, em geral, mais que suficiente) passo para a localização cardeal. Assim, à frente está o leste, atrás o oeste, à direita o sul e à esquerda o norte. Essa prescrição vale de dia e de noite.

Se o Cruzeiro do Sul estiver visível, podemos ficar de frente para ele e termos à frente “o sul”, atrás “o norte”, à esquerda “o leste” e à direita “o oeste”. Atenção: *não* será o “ponto cardeal sul” etc., e sim o “lado sul” etc.; essa aproximação prática, repito, é bastante suficiente para um primeiro contato com o assunto e inclusive para as necessidades de orientação habituais. Como diz Marcio D’Olne Campos, precisamos aprender a nos sulearmos (CAMPOS, 1999). A maior parte do Brasil está no hemisfério sul. Costumo enfatizar que adotarmos mapas e globos terrestres com o norte “para cima”, ou usarmos o termo *nortear* e suas variações – e, ao mesmo tempo, julgarmos errado um mapa ou globo com o sul “para cima” ou acharmos esquisito o termo *sulear* e variações –, são outros exemplos de que somos colonizados. No caso, colonizados por

²⁵ Os conhecimentos e informações resumidos nesse parágrafo foram fornecidos, principalmente, pelos seguintes conhecedores tradicionais: Rita Emília da Conceição Nascimento (dona Rita de patrão), Josias da Silva (seu Josias), José Cirino Filho (seu Zé Cirino), José Ladislau dos Santos (seu Deca Marinheiro), Adalgisio Elidio Dantas (seu Adalgiso) e Manoel Martinho de Medeiros (seu Manoel) [da região de Carnaúba dos Dantas (RN)]; e Iraci Galdino de Araújo (dona Iraci) [da região de Florânia (RN)]. Fica evidente do que está ali exposto, que também no caso das “estações do ano” no Nordeste (e não só ali), a riqueza e complexidade das classificações de base cultural-ambiental é significativa. Use-a como mais um exemplo, contrapondo-a com as organizações também ricas e complexas dos grupos Desana, com outras que encontrar em suas próprias buscas sobre o assunto e com as “quatro estações” de base astronômica de nossa herança europeia, e trabalhe essas diferenças de visões e relações com o ambiente com seus alunos.

povo que adotou o *norte* como referência espacial principal. Note que não há nada de objetivo nessa escolha, ou em qualquer outra; isso costuma variar com a cultura²⁶.

Uma prática que costuma ser bem sucedida é a do “gnômon humano”. Gnômon é uma vara, reta, disposta na vertical, sobre uma superfície horizontal, cuja sombra indica o avanço do Sol no céu (a “hora” do dia). Esta “avaliação temporal” também é usada por índios, através de um pedaço de pau. Gnômon humano é quando substituímos a vara pelo próprio corpo de uma pessoa em pé (por exemplo, no pátio da escola, onde se quer descobrir o posicionamento da escola em relação aos pontos cardeais e desenhar uma rosa-dos-ventos). A pessoa fica em pé, parada, enquanto outra risca, no chão, o contorno da sua sombra. Para achar os pontos cardeais, é preciso fazer a atividade pela manhã e à tarde, ainda que com turmas diferentes. Senão, em um só turno, é possível notar que “o Sol andou”, pela mudança na sombra em momentos diferentes – se a pessoa ficar no mesmo lugar e posição que da vez anterior. [Se o horário não permitir (porque as aulas são à noite), passe a atividade como tarefa.] Esta é uma atividade que integra disciplinas, instrui e diverte. Para crianças mais novas, oriente-as para desenharem, no papel, a si mesmas e às suas sombras em horários distintos²⁷. (Na Figura 5, há um exemplo dessa prática e atividade associada.)



Figura 5 - Prática dos *gnômons humanos*: contorno da sombra de um aluno no pátio da Escola Municipal Djalma Maranhão (Natal, RN). Esse contorno foi da prática feita com alunos do 4º e 5º anos, da professora Luziene. As direções cardeais ali indicadas foram obtidas através da mesma prática, realizada com outras turmas da escola. No lado direito, exemplos de trabalhos de alunos representando com desenhos a prática que vivenciaram.

Fotos: Luiz Carlos Jafelice; 24/10/2001.

Quanto a saber “a hora do dia” pela posição do Sol, uma professora me contou que, quando criança, sabia a hora de ir para a escola pelo tamanho da sombra do degrau na escada da cozinha. E um licenciando me disse que, na infância, pastorava as cabras

²⁶ Em Moreira, Ferreira e Santos (2014), consta exemplo de uma proposta didática orientada pela Matriz Curricular para o ENEM, com objetivos, entre outros, de o aluno “Compreender a ideologia por trás dos mapas” e “Conhecer outras formas de representação da Terra”, que contém, inclusive, figura de um mapa com o sul “para cima”. Maiores comentários e referências sobre isso, em Jafelice (2010b, p. 375-376).

²⁷ Em Freitas (2010, p. 54-56), há exemplo desse tipo de desenho, feito por criança do 3º ano do ensino fundamental, e maiores esclarecimentos sobre a prática e conteúdos de matemática e ciências trabalhados.

da família, e ele sabia (porque o pai lhe ensinou) a hora de voltar com elas para o sítio: era quando a sombra de uma vara, em pé no chão, tivesse o mesmo tamanho da vara.

Essa é uma boa estratégia, isto é, você “puxar” esse tipo de assunto narrando casos correlatos (qualquer que seja o tema que for tratar), casos que você conhece porque vivenciou, lhe contaram, leu, viu em filme etc. (Como fiz no parágrafo anterior, por exemplo, e em outras partes deste trabalho.) Isto favorece que pessoas do grupo comecem a se lembrar e relatar casos que elas, parentes, vizinhos ou amigos, conhecem. É ótima ajuda para humanizar a aula, realçar vivências e valores específicos daquele grupo e ir criando laços e uma identidade do mesmo (da qual você passa a fazer parte, é claro). Note: não é apenas pedagogicamente conveniente e eficiente. É, antes, humanamente desejável e gratificante. Se surgirem relatos próprios delas, é essencial dispensar a devida atenção e, de preferência, buscar incorporá-los à sequência das aulas, usando-os como exemplos e/ou fazendo referências a eles no andamento do curso e/ou, dependendo das narrativas, até reestruturando-o em função de ideias que surjam destas.

Registrar o “caminhar” dos pontos, no horizonte, onde o Sol nasce e/ou se põe, conforme os dias passam, é outra prática instrutiva de “medida temporal”, no caso, anual. Você pode concretizar isso tirando fotos em dias consecutivos desses pontos (ou de um deles), a partir de algum lugar de referência na escola, ou em sua casa, ou na praça da cidade etc., ao longo de um ano (mas *não* detenha o olhar no Sol, pois é cegante). (Na Figura 6, há um exemplo desse tipo de registro.) Chame a atenção dos alunos para o fato de que o “caminho do Sol no céu” muda ao longo do ano, mas muda com regularidade e ciclicamente, o que podemos notar também ao acompanhar em que partes do pátio ele bate na hora do intervalo – ou observando como mudam os lugares onde ele bate na nossa casa, para “um mesmo horário” (na hora em que acordamos, por exemplo), conforme o ano vai passando. Você pode fazer esses registros, fotos ou observações também com a Lua. A variação (agora de caráter aproximadamente mensal) será mais dinâmica e complexa, mas instigante.



Figura 6 - Pores-do-sol no rio Potengi, vistos da Pedra do Rosário, em Natal (RN). No sentido da leitura, a sequência é: 20/12/2000 (véspera do *solstício de verão* nesse ano), 21/02/2001, 22/04/2001 e 24/06/2001 (três dias após o *solstício de inverno* nesse ano)²⁸.

Fotos: Luiz Carlos Jafelice.

²⁸ Fui à Pedra do Rosário a cada 15 dias, durante um ano, fotografar esse evento de um local significativo para quem vive em Natal. Porém, a população carente que ali vive tem sido reiteradamente ignorada pelas administrações públicas; dentro do espírito da abordagem aqui proposta, é necessário trazer à tona e discutir também os aspectos sociopolíticos presentes nas situações trabalhadas e suas implicações. Em várias dessas ocasiões, conversei com pescadores que residem ali, para tentar entender suas formas de vivenciar as relações entre suas próprias vidas-vida comunitária-fenômenos celestes-mar-vida marítima.

Celebrações, festividades: realçando suas origens lunares, solares, celestes, arcaicas

- ☞ *Luaus.*
- ☞ *Festivais de solstício de inverno, de verão, e de equinócio de outono, de primavera.*
- ☞ *Festas religiosas católicas.*

Brasileiros, principalmente nordestinos e nortistas, mantêm um nítido espírito de celebração na época de lua cheia. Gail Vines, trabalhando como nutricionista em um vilarejo na África, se surpreendeu com esse tipo de comportamento em africanos: “a diferença nos ciclos de atividades quando a Lua estava cheia era muito marcante. As pessoas saíam, iam visitar outras pessoas no meio da noite. Todo o tecido da sociedade, os festivais e esse tipo de coisas eram organizados em torno da lua cheia” (VINES, 2001; tradução minha). Tal comportamento é muito presente e notório também em nossas culturas indígenas e quilombolas e, em particular, no norte e nordeste do país, mesmo nas capitais. Ali, a vida – anímica e social – está mais entrelaçada com aquele fenômeno celeste, embora a grande maioria dos que saem para comemorar luaus não tem nenhuma consciência dos enredos harmônicos entre o ambiental e o fisiológico-psíquico-social que fazem com que considerem natural e óbvio se aproveitar a ocasião da lua cheia para festejar.

Organize comemorações de luaus com seus alunos. Cada um leva algo de comer, beber, instrumento para tocar, incenso para queimar, histórias para contar e o que mais lhes ocorrer experimentar. (Na Figura 7, há um exemplo desse tipo de evento.) Organize também celebrações solsticiais e equinociais, com igual espírito comunitário, com comes e bebes, máscaras e adornos, ritos e adivinhações, e o que mais lhe ocorrer incentivar ou o grupo sugerir. (Na Figura 8, há um exemplo desse tipo de evento.)



Figura 7 - Luau seguido de eclipse solar na praia Barra de Tabatinga (Nísia Floresta, RN), entre a noite de 28/03/2006 e a manhã de 29/03/2006²⁹: aula de campo conjunta para meus alunos da disciplina de Astronomia, da Licenciatura em Geografia da UFRN, e os alunos da professora Luciene, do 3º ano da Escola Estadual Alceu Amoroso Lima.

Fotos: central superior: Wagner Carneiro Lopes; 28/03/2006; as demais três fotos: Luiz Carlos Jafelice; 28 e 29/03/2006.



Figura 8 - Celebração do festival de solstício de inverno no leito do rio Carnaúba, na noite de 21 de junho de 2008, aberta a toda a comunidade; essa festividade, assim como os estudos e todos os preparativos para a mesma, também foram parte das atividades do curso para professores que ministrei em Carnaúba dos Dantas (RN).

Foto: Isabel Cristina Moreira de Aguiar; 21/06/2008.

²⁹ Na comemoração do luau, desfrutamos o luar e unimos os estudos prévios (na disciplina e na escola) sobre fases da Lua à declamação de poesias, música, identificação de planetas, uso de mapa estelar para localizar constelações e estrelas etc. No amanhecer do dia 29, apreciamos o excepcional fenômeno do eclipse – cuja causa, forma em que seria visto e outras questões astronômicas, além da apresentação e discussão da interpretação e significado do fenômeno em outras culturas, também já haviam sido tratadas na disciplina e discutidas com as crianças na escola. Naquela data e local, o Sol nasceu às 5h24min (hora local) já com cerca de 78% da área de seu disco coberta pela Lua; a totalidade do eclipse começou às 5h34min e durou quase dois minutos. Para ver o fenômeno protegendo os olhos, usou-se filtro de soldador No. 14; mesmo assim, por poucos instantes.

A conhecida festa de São João, por exemplo, que, mesmo transformada, ainda é muito presente no nordeste do Brasil, onde a força da tradição ancestral é mais forte, é daquelas que foram adaptadas pela Igreja Católica nos primórdios desta. A festa de “São João” não é de origem cristã; é uma festa pagã³⁰ arcaica, que existia muito antes de Cristo em praticamente todas as regiões onde hoje é o Oriente Médio, a Europa e a Escandinávia.

Aquilo que conhecemos como festa de São João é, de fato, uma comemoração solsticial, uma festividade de caráter agrícola, de celebração do apogeu do verão (no hemisfério norte), da fertilidade da terra e, por extensão, das pessoas, comemorada na época do solstício de verão. E a fogueira, nessa festa, simboliza o Sol em seu auge de esplendor, calor e vida; esperanças de novo ano promissor. Era quando as comunidades celebravam as colheitas, prestavam homenagens às suas divindades, pediam que no próximo ano também houvesse fartura, faziam suas adivinhações, principalmente as relacionadas aos possíveis casamentos ou destinos amorosos dos seus habitantes. Essa é uma festividade de uma época em que a concepção temporal era de *tempo cíclico*. O momento da festa, centrada no tema da fertilidade, era de *reinício*. “Embora o povo do interior do Brasil não saiba qual a origem da festa, ela é um ritual de repetição do nascimento do mundo” (MARTINS, 1994, p. 18). O que hoje conhecemos como festa de São João, era, em suas origens, uma celebração de ano novo!

Os calendários iniciais de todas as culturas humanas que os criaram, até onde se sabe, foram lunares³¹. Num calendário lunar, “o dia seguinte” não começa à zero hora do nosso calendário civil, como nos habituamos a entender. Ele começa quando o dia anterior acaba e (como sempre foi evidente para nossos ancestrais) o dia acaba quando o Sol se põe. No calendário civil adotou-se um sistema fixo de divisão do dia em 24 horas e padronizou-se “seis horas da tarde” como o horário médio em que o Sol se põe.

Assim, pouca gente sabe que não só os calendários lunares ainda têm presença muito entranhada em nossa própria cultura, como o dia, para tais calendários, começa às seis da tarde. Como os eventos importantes de um dado dia começam, naturalmente, no início daquele dia, isto significa que eles começam *na véspera* do que seria o tal dia comemorativo, segundo o calendário civil (o qual é relativamente muito mais recente do que quando as mencionadas festividades foram criadas). Por isto, no Nordeste, por exemplo, a festa de São João (cujo dia oficial é 24 de junho) é celebrada na noite do dia 23 de junho e a fogueira é acesa às seis da tarde (i.e., no *início lunar* do novo dia).

Como ressalta Eliade (1993, p. 128): “Vestígios [...] [desse procedimento básico de medir o tempo segundo cronologia lunar] encontram-se ainda nas tradições populares européias [trazidas para cá sobretudo pelos portugueses]: certas festas são celebradas de noite [na véspera], como, por exemplo, a noite de Natal, de Páscoa, de Pentecostes, de S. João, etc.”. Podemos entender muitos de nossos costumes com base nisto.

³⁰ Pagão significa, originalmente, aldeão, “da aldeia”; não há por que estigmatizar essa palavra.

³¹ Em particular: “A mais antiga raiz indo-ariana relativa aos astros é a que designa a Lua: é a raiz *me*, em sânscrito *mâmi*, ‘eu meço’ [daí deriva a palavra *mense* em latim, de onde decorre nossa palavra *mês*, e também *menstruação*]” (ELIADE, 1993, p. 127-128). Mês é medida de tempo baseada nas fases lunares.

Aulas de conhecedores tradicionais: outro conhecer e integração na escola

♥ *Aulas (de campo ou na escola) ministradas por conhecedores tradicionais da região.*

A presente proposta pode ser muito aprofundada e enriquecida, se a levarmos ao seu estágio seguinte, que é colocar crianças e jovens em contato direto com conhecedores tradicionais³². Estes, além de mestres sábios, são generosos nos ensinamentos que nos dão. Você precisa, então, procurar aqueles que ainda existem nas comunidades onde leciona, nas famílias de seus alunos ou em sua própria família, e planejar estratégias para trazer conhecedores e conhecimentos tradicionais para as suas escolas e aulas. Será contribuição muito importante para a formação de seus alunos e a valorização dos mais velhos, para promover a integração intergeracional e tentar reverter o quadro de empobrecimentos epistemológico e histórico-cultural que o desaparecimento daquele tipo de conhecimento significará para a humanidade³³.

Minha experiência com tais atividades indica alguns pontos-chaves que deveriam ser cuidados e passos que conviriam ser contemplados ao se colocá-las em prática (tanto se a implementação das mesmas envolver apenas a própria comunidade onde você leciona, como se abranger comunidades específicas), a saber:

- 1) quem as encaminhará precisa investir em refazer a própria mentalidade sobre o assunto – pois, nem sua formação, nem o meio social ou a cultura escolar, estão habituados a dar tal relevância ao que é pejorativamente denominado “conhecimento popular”, sinônimo de senso comum, de ignorância³⁴;
- 2) uma reelaboração de mentalidade nessa mesma direção precisa ser conduzida com os alunos – afinal, eles são frutos da mesma cultura onde todos estamos imersos; assim, sua ignorância e consequentes preconceitos sobre o assunto também são os mesmos que essa cultura, em seu todo, fomenta; porém, se bem preparados, a receptividade dos estudantes é muito construtiva;
- 3) ao procurar os conhecedores – ou profetas –, peça auxílio às pessoas da comunidade – além de saberem quem detém esse tipo de conhecimento, elas podem lhe ajudar a contatá-los;

³² Em Jafelice (2010b, p. 420-426; 2011), há maiores orientações sobre essa prática, e em Jafelice (2012a) constam aprofundamentos dessa discussão. Desde 2007, professores a realizam na cidade de Carnaúba dos Dantas, no sertão norte-riograndense, sob minha orientação, a partir de dois projetos que coordenei junto ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Os resultados têm sido muito gratificantes para todos os envolvidos. O sítio desses projetos na internet está em Jafelice (2011) (atualmente em reelaboração e atualização; espera-se que esteja disponível novamente até 2016).

³³ Aqui, me refiro a mestres (agricultores ou pescadores artesanais, benzedeiros, manipuladores de ervas) da própria comunidade onde os alunos moram. Contudo, a não ser que sua escola já esteja em uma reserva indígena ou quilombola, se houver alguma dessas comunidades específicas na região onde você leciona, ainda que distante da escola, é importante contatá-las, conversar com os mestres dali e levar seus alunos para terem aulas diretamente também com aqueles (além dos mestres da localidade dos alunos).

³⁴ Essa visão é equivocada e se deve a desconhecimento. Etnoconhecimento, do ponto de vista antropológico, não é “senso comum”, nem “popular” na acepção habitualmente adotada. Do ponto de vista antropológico, o conhecedor tradicional é um *especialista*. Aquele tipo de conhecimento implica em: visões de mundo diferentes daquela em que fomos educados; outras relações com o que existe; e formas distintas de se construir significado. Conhecimentos tradicionais correspondem, enfim, a *outras* epistemologias. Eles não podem ser reduzidos a, medidos por ou avaliados desde o referencial epistemológico científico – mas são igualmente válidos e legítimos, complexos e úteis.

- 4) é preciso sensibilidade para chegar a eles e dialogar com eles para que ministrem aulas de campo ou venham conversar com suas turmas na escola (se puder, prefira sempre *aulas de campo*; elas, além de mais ricas, costumam ser muito mais afeitas ao estilo naturalmente peripatético dos conhecedores) – lembre-se que eles passaram uma vida de discriminação e solidão epistemológica; não estão habituados a que professores e escolas venham procurá-los para serem professores, ainda mais que muitos deles são analfabetos; contudo, se abordados com o respeito devido, eles são muito receptivos e generosos, além de excelentes mestres, e ficam muito felizes com esses encontros (nas Figuras 9, 10, 11 e 12, há exemplos desse tipo de aula, e na Figura 9, de uma atividade associada);

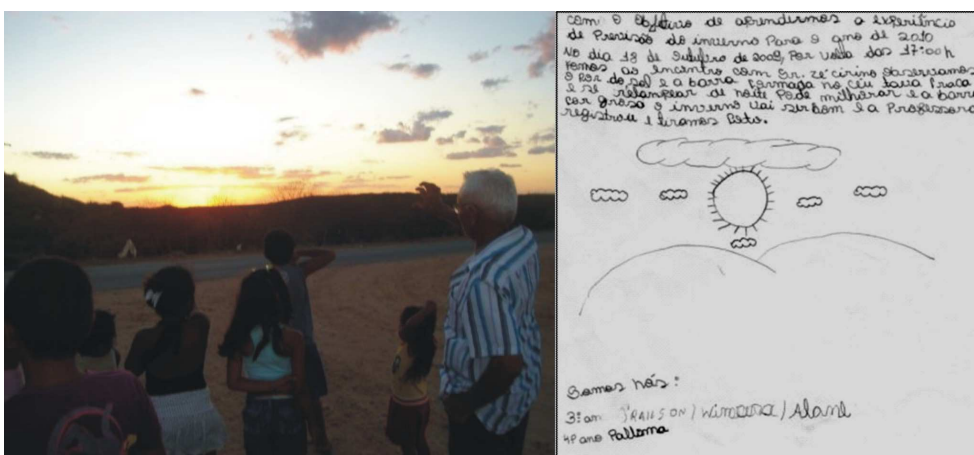


Figura 9 - Aula de campo do conhecedor tradicional seu Zé Cirino para a turma multisseriada da escola rural do Povoado da Rajada (Carnaúba dos Dantas, RN), sobre uma experiência de previsão de inverno: observar a barra (nuvens) no horizonte do poente no dia 18 de outubro – ao lado: trabalho de alunos do 3º e 4º anos sobre essa aula.

Fotos: Maria Edvirgem Medeiros Dantas; 18/10/2009.



Figura 10 - Aula de campo do conhecedor tradicional seu Josias (ao centro), no Horto Florestal de Carnaúba dos Dantas (RN), para as turmas das professoras Regina (de alunos com necessidades especiais) e Dinaura.

Foto: Darlay Evielyto Santos da Fonseca; 28/05/2008.



Figura 11 - Aula de campo do conhecedor tradicional seu Adalgiso para crianças da escola rural do Povoado do Ermo (Carnaúba dos Dantas, RN), sobre propriedades e usos de algumas plantas.
Foto: Raimundo Nonato Dantas; 11/05/2008.



Figura 12 - Aula de campo do conhecedor tradicional seu Deca Marinheiro, no próprio sítio dele, no município de Carnaúba dos Dantas (RN), para as turmas das professoras Dinaura e Regina³⁵.
Foto: Ingrid Lorena Dantas Gomes; 08/08/2008.

³⁵ Esta foi a terceira aula que esses alunos tiveram com um conhecedor tradicional, e ela foi ministrada por um terceiro conhecedor. Após essas iniciativas dessas professoras, esses estudantes passaram a ter uma compreensão bastante distinta dos “profetas”, do tipo de conhecimento que estes possuem e da referência que estes passam a significar. Esse tipo de aula, ministrada por um conhecedor tradicional, com apoio e mediação dos professores, vai fazendo com que o olhar das crianças – e o dos próprios professores! – para com esses conhecedores, seus conhecimentos e a forma de ver o mundo que estes expressam, comece a se modificar. É toda uma visão de mundo, de certa forma nova, mas muito relevante, que vai sendo incorporada. Isto contribui para o crescimento interior dos envolvidos, seu enriquecimento cultural, conscientização e valorizações dos mais velhos e do vasto e diversificado patrimônio imaterial local e regional – com frequência ignorado ou menosprezado. Isso tudo continuaria ausente da escola se não fosse por iniciativas desse tipo. Que tal empreendê-las em suas escolas?!

- 5) é preciso cuidado para enxergar aquele tipo de conhecimento desde sua perspectiva epistemológica própria – e não como alguma etapa tosca no processo de aperfeiçoamento do conhecimento humano que culminará com “o saber correto” obtido pela ciência (como, por exemplo, o da meteorologia, no caso das previsões do tempo, ou o da farmacognosia, no caso das indicações de usos de plantas medicinais etc.); este tipo de visão é muito comum, mas representa um equívoco e presunção enormes;
- 6) os alunos devem ser orientados para perguntarem sobre tudo o que tiverem curiosidade e para fazerem tantas anotações (escritas e desenhadas) quanto possível durante as aulas; e, se for dada permissão pelos envolvidos, é importante também registrá-las com fotos, filmagens e gravações;
- 7) organizar com os alunos, depois, os resultados dessas aulas e, se possível, socializá-los com a escola toda e na comunidade; é essencial dar esse tipo de retorno também ao próprio conhecedor-professor daquelas aulas;
- 8) cobrar dos alunos tarefas sobre aquelas aulas;
- 9) preparar com os alunos as próximas aulas, tentando, se possível, ir envolvendo diferentes conhecedores da região; e
- 10) é preciso incluir essas aulas no *planejamento escolar anual regular*, prevendo providências e condições para sua realização³⁶; e o recomendável é permear todo o ano letivo com esse diálogo com os saberes tradicionais, em vez de incluí-los apenas em épocas específicas – e *muita atenção* para *não* se transformar tais encontros em estereótipos, como os das distorcidas datas do tipo “dia do índio”, “dia do folclore”, “semana da cultura” etc., pois não é a *nada* disto que esta abordagem se refere (muito pelo contrário!).

Além disto, outros cuidados são necessários, como, por exemplo, manter em mente que os conhecimentos tradicionais são de caráter holístico e estão fundamentados em uma racionalidade valorativa, bastante amparada em um pensamento de caráter analógico, em que elementos factuais ganham sentido quando inseridos em uma visão de mundo maior, na qual a vida, o simbólico, o afetivo, são integrantes constituintes. Notar que qualquer conteúdo específico pode estar envolvido nessas aulas: história, geografia, ciências, artes, matemática, língua portuguesa etc. Isto não é assim só porque se está adotando uma abordagem transdisciplinar. Os próprios conhecedores, com seu estilo narrativo e pelo referido caráter holístico de seus conhecimentos, circulam com desembaraço – e segundo um olhar espontaneamente integrador – por diversas áreas. Essas aulas podem ser realizadas em qualquer nível de ensino. Portanto, cuide de não segregar qual turma ou faixa etária pode ter esse tipo de aula e de não compartimentar o que for abordado nas mesmas, nem querer circunscrevê-las a âmbitos contendidísticos, nem achar que são só questões “ambientais” (no sentido em que este termo costuma ser convencionalizado e restrito) que vão ser tratadas nessas aulas. E mantenha sempre em mente (e aproveite!): *durante essas aulas você também será aluna/o!*

Atente para o fato de que o *eixo* dessas aulas não são conhecimentos em si mesmos, e sim *pessoas!* Um objetivo maior é a *valorização dos conhecedores* e outro, a

³⁶ No caso de algumas dessas aulas de campo envolverem grupos mais distantes, como comunidades quilombolas ou indígenas, ou assentamentos de trabalhadores rurais, é preciso prever e encaminhar com bastante antecedência, além do contato prévio e obtenção da anuência dos referidos grupos e pessoas participantes de tal trabalho, as providências de ônibus, autorização dos pais, lanches etc.

integração intergeracional entre as crianças, jovens e os mais velhos que pode ocorrer a partir das trocas nessas aulas, se guiadas com espírito adequado. Os conhecimentos também vão ser valorizados, mas como decorrência daquelas valorização e integração prévias, ou concomitantes, e porque são relevantes para as *pessoas* envolvidas – e não o conhecimento pelo conhecimento (como estamos habituados a proceder desde nossa perspectiva ocidental), dissociado do substrato cultural-epistemológico onde foi gerado, floresceu e é vivido, pois isto o descaracterizaria e o aniquilaria.

7. Palavras finais

Um ponto central dessa abordagem é o incentivo à cooperação e à solidariedade humana³⁷. A escola é uma esfera de ação e etapa-chave nesse processo, mas não a única. Só com a inclusão e a participação da comunidade é que o contexto se completa e a prática atinge seu objetivo principal. Comunidade, porém, entendida segundo uma acepção ampla, que inclui as pessoas (alunos, funcionários, professores, pais dos alunos, parentes, amigos, vizinhos em geral) e igualmente todos os seres vivos, ambientes e as relações das mais diversas que existem e nos são importantes onde moramos.

Esta proposta tem caráter amplamente inclusivo. Educadores que se identificam com ela têm, aqui, orientações básicas para adaptá-la e atender às necessidades específicas dos alunos e da comunidade onde atuam. Boas aulas, criações e descobertas!

Agradecimentos

Agradeço ao professor de física e de astronomia, Marcos Longhini, da UFU (Uberlândia, MG), pela leitura crítica da versão anterior deste artigo. Agradeço também as leituras críticas e comentários deste texto feitos pelos professores de física e de astronomia, Leandro Kerber e Jules Soares, da UESC (Ilhéus, BA), e pela professora de geografia, Maria Patrícia de Araújo (Natal, RN). Agradeço ainda os comentários de dois árbitros anônimos.

Referências

ASSUNÇÃO, Luiz Carvalho de. **O reino dos mestres**: a tradição da jurema na umbanda nordestina. Rio de Janeiro: Pallas, 2006.

BOFF, Leonardo. **O Casamento entre o céu e a Terra**: contos dos povos indígenas do Brasil. Ilustr. Pata Macedo e Adriana Miranda. Rio de Janeiro: Salamandra, 2001.

BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais**: meio ambiente, saúde. Brasília: Secretaria de Educação Fundamental, 1997.

³⁷ Por isto, me posiciono contra olimpíadas do saber (e.g., olimpíadas de matemática, astronomia, física, biologia etc.), cujo etos é a competitividade, que é o extremo oposto do que mais carecemos atualmente.

CAMPOS, Marcio D’Olne. *SULear vs NORTEar: representações e apropriações do espaço entre emoção, empiria e ideologia*. **Documenta**, VI, n. 8, EICOS/Cátedra UNESCO de Desenvolvimento Durável/UFRJ, Rio de Janeiro, 1999, p. 41-70. Disponível em: <<http://www.sulear.com.br/texto03.pdf>>. Acesso em: 29 out. 2014. [Vide ainda seu *Projeto SULearIUM* no endereço: <<http://www.sulear.com.br>>. Acesso em: 29 out. 2014.]

CARVALHO, Maria Rosário de; REESINK, Edwin; CAVIGNAC, Julie. (Org.). **Negros no mundo dos índios: imagens, reflexos, alteridades**. Natal: Ed. UFRN, 2011.

CORTEZ, Jeronymo. **Lunario Perpetuo**: prognostico geral e particular para todos os reinos e provincias. Trad. Antonio da Silva Brito. Lisboa: Antonio Maria Pereira Livraria Editora, 1912. [Há edição recente, a qual mantém a autoria de Jeronymo Cortez, bastante modificada em relação à citada, a saber: “**Lunário e Prognóstico Perpétuo**. Atualizado e remodelado, incluindo lista bibliográfica dos Papas, por João Arrepiá. Porto: Lello Editores, 2004”.]

DIAKURU (Américo Castro Fernandes) (Narr.); KISIBI (Durvalino Moura Fernandes) (Intérpr.). **Bueri Kãdiri Maririye**: os ensinamentos que não se esquecem. São Gabriel da Cachoeira: FOIRN; Santo Antônio: UNIRT, 2006. (Coleção Narradores Indígenas do Rio Negro; v. 8.)

ELIADE, Mircea. A Lua e a mística lunar. In: _____. **Tratado de história das religiões**. Trad. Fernando Tomaz e Natália Nunes. São Paulo: Martins Fontes, 1993. Cap. IV, p. 127-152.

FERNANDES, Gilvana Benevides Costa. Uma abordagem humanística para o ensino de astronomia no nível médio. In: JAFELICE, L. C. (Org.). **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: Ed. UFRN, 2010. Capítulo 2, p. 89-145.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 2000.

FREITAS, Maria Luciene de Souza Lima. Saberes de astronomia do 1º ao 3º ano do ensino fundamental numa perspectiva de letramento e inclusão. In: JAFELICE, L. C. (Org.). **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: Ed. UFRN, 2010. Capítulo 1, p. 19-87.

GEERTZ, Clifford. **O saber local**: novos ensaios em antropologia interpretativa. Trad. Vera Mello Joscelyne. Petrópolis: Vozes, 1997.

JAFELICE, Luiz Carlos. Educação científica, pós-modernidade e transdisciplinaridade. In: MARTINS, Roberto de Andrade et al. (Ed.). **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. p. 285-293.

JAFELICE, Luiz Carlos. Etnoastronomia: quantos céus existem? **Ciência Sempre**, a. 5, v. 12, p. 26-31, abr.-jun. 2009. Natal: Revista da FAPERN, 2009.

JAFELICE, Luiz Carlos (Org.). **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: Ed. UFRN, 2010a.

JAFELICE, Luiz Carlos. Abordagem antropológica: educação ambiental e astronômica desde uma perspectiva intercultural. In: JAFELICE, L. C. (Org.). **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: Ed. UFRN, 2010b. Capítulo 4, p. 213-426.

JAFELICE, Luiz Carlos (Coord.). **Educação intercultural transdisciplinar e etnoconhecimentos**: saberes tradicionais sobre o céu e a terra para as novas gerações. Natal: CNPq/UFRN, 2011. Disponível em: <<http://intercultural.ufrn.br>>. Acesso em: 31 dez. 2012. [Atualmente em reelaboração e atualização; espera-se que esteja disponível novamente até 2016.]

JAFELICE, Luiz Carlos. Etnoconhecimentos: por que incluir crianças e jovens? Educação intercultural, memória e integração intergeracional em Carnaúba dos Dantas. **Revista Inter-Legere**, n. 10, p. 101-112, jan.-jun. 2012a. Disponível em: <<http://www.cchla.ufrn.br/interlegere/10/pdf/10es05.pdf>>. Acesso em: 31 out. 2014.

JAFELICE, Luiz Carlos. Astronomia cultural e educação intercultural. In: MACHADO, Maria Auxiliadora; BRETONES, Paulo S. (Ed.). SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, I, Rio de Janeiro: 2011. **Anais...** São Paulo: IFUSP, 2012b. (mesa redonda; pdf 12 p.). Disponível em: <http://snea2011.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2011_M3_Jafelice.pdf>. Acesso em: 31 out. 2014.

JAFELICE, Luiz Carlos (Coord.). Encontro de pesquisa A - Astronomia cultural. In: LEITE, Cristina; BRETONES, Paulo S. (Ed.). SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, II, São Paulo: 2012. **Anais...** São Paulo: IFUSP, 2013. (relatório; pdf 8 p.) Disponível em: <http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_EP_A_Astronomia%20Cultural.pdf>. Acesso em: 6 mar. 2014. [Esta referência contém uma bibliografia básica para trabalhos em astronomia cultural, em português, até maio de 2013.]

LIMA, Flavia P.; FAULHABER BARBOSA, Priscila; D'OLNE CAMPOS, Marcio; JAFELICE, Luiz C.; BORGES, Luiz C. Astronomia Indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares. In: MATSUURA, Oscar T. (Org.). **História da astronomia no Brasil (2013)**. Vol. I, Cap. 3. Recife: CEPE; SECTEC; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. p. 86-128. Disponível em: <http://www.mast.br/pdf_volume_1/relacoes_ceu_terra_entre_os_indigenas_no_Brasil.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2015.

MANDELA, Nelson. (Sel.). **Meus contos africanos**. Trad. Luciana Garcia. 2. ed. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

MARTÍN LÓPEZ, Alejandro. Cielos, identidad y poder en el Chaco argentino. Transparências apresentadas na sua parte do Minicurso: **Astronomia Cultural**. Natal: LAPEFA/UFRN, 6 nov. 2013.

MARTINS, Roberto de A. **O Universo**: teorias sobre sua origem e evolução. 3. ed. São Paulo: Moderna, 1994. [Este livro, esgotado na editora, está disponível em: <<http://www.ifi.unicamp.br/~ghtc/Universo/>>. Acesso em: 14 jan. 2015.]

MATURANA, Humberto. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Organização e tradução: Cristina Magro; Victor Paredes. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001.

MEDEIROS, Luziânia Ângelli Lins de. Cosmoeducação: uma abordagem transdisciplinar no ensino de astronomia. In: JAFELICE, L. C. (Org.). **Astronomia, educação e cultura**: abordagens transdisciplinares para os vários níveis de ensino. Natal: Ed. UFRN, 2010. Capítulo 3, p. 147-212.

MOREIRA, Suely A. G.; FERREIRA, Antomar A.; SANTOS, Ângela C. dos. **O mundo ao contrário**: pode virar o mapa de cabeça para baixo? Portal do Professor (MEC): aula de 18/06/2014. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/fichaTecnicaAula.html?aula=56288>>. Acesso em: 20 jan. 2015.

PÓVOAS, Ruy do Carmo. **Da porteira para fora**: mundo de preto em terra de branco. Ilhéus: Editus, 2007.

RIBEIRO, Berta G. **Os Índios das Águas Pretas**: modo de produção e equipamento produtivo. São Paulo: Companhia das Letras: Ed. USP, 1995.

RICARDO, Beto; RICARDO, Fany (Ed.). **Povos Indígenas no Brasil**: 2006-2010. São Paulo: Instituto Socioambiental, 2011. Disponível, a partir da aba “Downloads”, em: <<http://pib.socioambiental.org/pt>>. Acesso em: 23 jan. 2015.

SANTOS, Milton. **Por uma outra globalização**: do pensamento único à consciência universal. Rio de Janeiro: Record, 2000.

SHIVA, Vandana. **Monoculturas da Mente**: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia. Trad. Dinah de Abreu Azevedo. São Paulo: Gaia, 2003.

VINES, Gail. Blame it on the Moon. **New Scientist**, p. 36-39, 23 jun. 2001.

O MAPA CONCEITUAL COMO RECURSO DIDÁTICO FACILITADOR DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DE TEMAS DA ASTRONOMIA

*Felipa Pacífico Ribeiro de Assis Silveira*¹
*Conceição Aparecida Soares Mendonça*²

Resumo: Este artigo apresenta os resultados de uma investigação que procurou compreender a atuação do Mapa Conceitual (MC) como recurso didático facilitador da aprendizagem significativa de conceitos científicos, sobre temas astronômicos, desenvolvidos com alunos do Ensino Fundamental. A metodologia utilizada para obtenção e tratamento dos dados fundamentou-se na abordagem quantitativa e qualitativa. Na quantitativa delineamos uma investigação quase experimental, com um grupo controle que não utilizou o MC e um grupo experimental que utilizou o MC, sendo avaliados no início e final do processo. Neste caso, o desempenho dos grupos é apresentado em um estudo descritivo e analítico. Na abordagem qualitativa, os MCs foram interpretados a partir da estruturação e dos significados atribuídos e compartilhados pelo aluno durante sua apresentação. Os resultados demonstraram, por meio da evolução das notas, que o MC fez diferença na aprendizagem conceitual e nas habilidades determinadas pelos indicadores de aprendizagem.

Palavras-chave: Aprendizagem significativa; Mapa conceitual; Ensino de Astronomia.

EL MAPA CONCEPTUAL COMO UN RECURSO DIDÁCTICO FACILITADOR DEL APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO EN TEMAS DE LA ASTRONOMÍA

Resumen: Este artículo presenta investigación que buscó comprender el papel del mapa conceptual (MC) como recurso didáctico que facilita el aprendizaje significativo de conceptos científicos sobre temas astronómicos en estudiantes de la escuela primaria. La metodología para la obtención y el tratamiento de los datos se basó en un enfoque cuantitativo y cualitativo. En el enfoque cuantitativo se diseñó una investigación casi-experimental con un grupo control que no utilizó el MC y un grupo experimental que utilizó el MC, ambos evaluados al principio y al final del proceso. La actuación de los dos grupos se muestra en un estudio descriptivo y analítico. En el enfoque cualitativo, los MCs fueron interpretados con base en la estructuración y significados asignados y compartidos por el estudiante durante su presentación. Los resultados demostraron a través de la evolución de las calificaciones que el MC significó una diferencia en el aprendizaje conceptual y en ciertas habilidades a través de indicadores de aprendizaje.

Palabras clave: Aprendizaje significativo; Mapa conceptual; Enseñanza de la Astronomía.

THE CONCEPT MAPS AS A DIDACTIC RESOURCE TOOL OF MEANINGFUL LEARNING IN ASTRONOMY THEMES

Abstract: This article presents the results of an investigation that sought to understand the performance of the conceptual map (MC) as a teaching resource facilitator of meaningful learning of scientific concepts on astronomical themes, developed with elementary school students. The methodology

¹ Instituto Superior de Educação da FIG-UNIMESP (Centro Universitário Metropolitano de São Paulo - Brasil). E-mail: <felipa.silveira@gmail.com>.

² Universidade Federal Rural de Pernambuco - Unidade Acadêmica de Garanhuns – Brasil (UFRPE-UAG). E-mail: <conceicao_mendonca@hotmail.com>.

employed to obtain and process the data was based on a quantitative and qualitative approach. On the quantitative level we designed a quasi-experimental research with a control group that did not use the MC and an experimental group that used the MC, both being evaluated in the beginning and end of the process. In this case, the performance of both groups is displayed in a descriptive and analytical study. In the qualitative approach, the MCs were interpreted using the structuring and assigned meanings shared by the student during his/her presentation. The results demonstrated through the improvement of qualifications that the MC made a difference in conceptual learning and in certain skills revealed by learning indicators.

Keywords : Meaningful learning; Concept map; Teaching of Astronomy.

1. Introdução

Durante o primeiro contato com os alunos das classes da 6ª série A e B (7º ano), com os quais deveríamos trabalhar os conceitos de Astronomia, para ampliar os conhecimentos pertinentes aos conteúdos do tema Terra e Universo trabalhado na 5ª série (6º ano), percebemos fragilidades conceituais que, provavelmente, os impediriam de avançar na aprendizagem do tema. Tais fragilidades revelaram-se como um problema de ensino e aprendizado a ser investigado no cotidiano da sala de aula no sentido de superá-las. Ademais, consideramos que a ausência de conhecimento conceitual acabaria comprometendo a aquisição de novos conceitos científicos, base para a compreensão e interpretação dos fenômenos astronômicos, pertinentes a cada nível de escolarização pelo qual os alunos ainda deveriam passar.

Neste contexto, partimos do pressuposto que perante a concepção ausubeliana de aprendizagem significativa os conceitos científicos, para temas astronômicos, estariam implícitos na estrutura cognitiva do aluno, provenientes de experiências adquiridas nas séries anteriores envolvendo fenômenos astronômicos. Certamente se esses conceitos fossem revelados e significados, serviriam de motivação para aquisição de novos subsunçores, oferecendo oportunidades de aprendizagem significativa dos conceitos científicos determinados para os conteúdos das séries subsequentes. Segundo Carrascosa et al. (2005), a aprendizagem dos conceitos científicos de Astronomia pode contribuir para desmistificar uma concepção espontânea muito presente nos alunos ao chegar ao ensino médio, de que Terra e Céu são universos separados.

Entretanto, em situação formal de ensino, proporcionar a significação conceitual exigida para a compreensão de temas da Astronomia não é assim tão fácil, devido às péssimas condições didáticas e pedagógicas para o ensino nesta área de conhecimento. Na maioria das vezes, tais condições nos impedem de exercer ações potencialmente significativas, capazes de promover o aprendizado de novos conceitos que conferem identidade aos conhecimentos sobre Astronomia. Decorrente desse fato, vimos à necessidade de empreender outros caminhos para identificar as fragilidades, como também desenvolver as potencialidades dos alunos em atribuir significados aos conceitos científicos que desejávamos ensiná-los, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva.

Desse modo, a nossa proposta pautou-se por um processo de ensino e de investigação norteado por uma intervenção didática, que fosse capaz de favorecer o compartilhamento e negociação de conceitos básicos relevantes para o aprendizado dos conceitos científicos de Astronomia, subsidiada por diferentes recursos didáticos, entre eles o Mapa Conceitual (MC). Segundo Novak (2000) e Moreira (2010), O MC é

considerado um recurso potencialmente significativo, podendo ser utilizado tanto para o ensino, como para a pesquisa no ensino. Quanto ao aspecto didático, Novak e Gowin (1999) afirmam que o MC garante o compartilhamento e a negociação de significados denotativos e conotativos sobre a matéria a ser ensinada. Nessa perspectiva, o MC é favorecedor da aprendizagem significativa na concepção ausubeliana e no aspecto investigativo, atua como potencializador de dados sobre concepções ou conhecimentos dos investigados (NOVAK, 2000; MOREIRA, 2011a).

Por outro lado, a opção pela inserção do MC como recurso didático nos levou a refletir sobre a problemática que envolve o processo de ensino-aprendizagem do tema e a discussão decorrente da possibilidade de adequação do MC ao currículo escolar, as condições de trabalho em sala de aula, bem como o que recomenda a Proposta Curricular de Ciências referente ao ensino de temas da Astronomia (SÃO PAULO, 2008). A reflexão resultou na proposição da hipótese de que o MC é um recurso didático potencial de ensino e, por essa razão, deve ser incorporado à dinâmica da sala de aula para a promoção da aprendizagem dos conceitos astronômicos, também no ensino fundamental. Assim, investigamos no sentido de responder a seguinte questão problema: O uso do MC como recurso didático facilita a aprendizagem significativa de conceitos científicos de Astronomia no contexto da sala do ensino fundamental? Para responder a essa questão estabelecemos como objetivo compreender como o MC contribui no processo de aquisição dos conceitos de Astronomia, atuando como recurso facilitador da aprendizagem dos alunos quanto ao tema.

Para alcançar o objetivo, delineamos uma investigação fundamentada na abordagem metodológica qualitativa e quantitativa para a coleta, tratamento e análise dos dados, com as duas turmas de alunos da 6ª série, anteriormente mencionadas, em uma Escola Pública do Estado de São Paulo, Brasil. Subjacente à investigação buscamos a formação de conceitos subsunçores para a compreensão de conteúdos básicos de Astronomia, representados pelos elementos astronômicos visíveis no Céu e os elementos do Sistema Solar (LEITE; HOSOUME, 2008).

Neste artigo, apresentamos resultados parciais do estudo descritivo e analítico do desempenho dos grupos e exemplos de análise dos conteúdos dos Mapas Conceituais (MCs) produzidos pelos alunos durante o processo de intervenção. Algumas considerações foram feitas a partir do estudo, como por exemplo, no processo de discussão, registro e reflexão, decorrente da elaboração de MCs, o aluno pode desenvolver interações positivas com o conhecimento anterior e o novo conhecimento, legitimando o uso do MC em sala de aula como recurso potencial para a significação de conceitos astronômicos.

2. Fundamentação Teórica

Fundamentamos o estudo na Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel e nos aportes teóricos de Novak e Gowin (1999), Novak (2000) e Moreira (2003, 2006, 2010). No entendimento de Novak (2000) e Moreira (2010), o MC pode ser considerado como um diagrama indicador de relações entre conceitos e, nessa condição, assume o papel de evidenciador de concepções ou pré-concepções, bem como, de conhecimentos prévios sobre a matéria de ensino. Os autores citados defendem que quando o professor solicita ao estudante que trace um MC, para determinado conjunto de conceitos ou para

um determinado conteúdo, deve solicitar ao aluno a explicação do traçado de seu MC, oralmente ou por escrito. No momento da explicação, o professor/pesquisador observa, registra e interage com o aluno procurando captar os significados por ele atribuídos às relações explicitadas no mapa. O importante, nesse caso, é descobrir os significados que o aluno atribui ao que está no MC e a partir daí é possível fazer inferências (NOVAK, 2000; MOREIRA, 2003; 2006; 2010).

No que se refere à pesquisa sobre o ensino de temas científicos, os autores recomendam também uma metodologia inversa da tradicional, na forma de coletar e dispor os dados, o MC. Tal instrumento pode substituir as entrevistas transcritas em trechos pelo investigador, no sentido de convencer o leitor que o investigado traz certas concepções ou determinados conhecimentos. A constituição do rigor científico pode estar associada tanto a procedimentos estatísticos como a interpretativos, praticamente imprescindíveis à investigação no ensino, na medida em que auxiliam o pesquisador a expor os seus dados, fazer inferências e investigar relações causais. Além desses fatores, tais procedimentos são recursos dos quais os investigadores fazem uso no sentido de analisar, interpretar, relacionar, inferir, explicar, assumir e representar os dados registrados em eventos. A partir dessas transformações o pesquisador chega, então, conforme defendem Gowin e Alvarez (2005), às asserções de conhecimento e de valor proporcionado pelo estudo realizado, gerando, assim, informações significativas procedentes de sua ação investigativa. Na descrição dos estudos, o pesquisador apresenta exemplos de MCs, traçados pelos alunos durante o processo de intervenção, juntamente com trechos de suas explicações e, a partir disso, o pesquisador elabora suas interpretações (MOREIRA, 2003).

Encontramos, também, nestes autores aportes e justificativas sobre a necessidade de organizar o ensino visando um estudo mais exploratório dos conhecimentos prévios dos alunos, caso a pretensão for concretizar a aprendizagem significativa dos conceitos sobre qualquer tema. Conforme Ausubel (2002) e Moreira (2006), a aprendizagem significativa somente será possível a partir do momento em que o professor, como um investigador, passe a compreender não apenas as fragilidades, mas também as potencialidades de seus alunos em atribuir significados aos conceitos científicos que se deseja ensinar, embasados naqueles presentes na sua estrutura cognitiva. Esses conceitos, segundo os autores, quando significados pelo aluno podem tornar-se possíveis subsunçores que interagirão com os novos conceitos da matéria de ensino.

Em razão disso, Ausubel (2002) recomenda ao professor coletar informações sobre os conhecimentos prévios dos seus alunos para que possa, de alguma maneira, analisá-los e ensiná-los de acordo. Moreira (2006, p. 19) reitera a proposta de Ausubel (2002) ao afirmar que esse conhecimento prévio “*parece ser o fator isolado que mais influencia a aprendizagem subsequente*” e observa, ainda, que esse conhecimento não é necessariamente apenas um conceito, pode ser uma ideia, uma proposição ou uma representação a ser reconhecida pelo professor em sala de aula e ressignificada pelo aluno ao atribuir novo sentido, nova interpretação e nova compreensão aos seus conhecimentos prévios, permitindo assim, que ele evolua conceitualmente, situando-se em diferentes estágios de aprendizagem.

Novak e Gowin (1999) explicam que os MCs produzidos pelos alunos dão conta disso, representando relações significativas entre diversos conceitos na forma de

proposição, originando uma integração semântica, ou seja, oferece um significado lógico para quem aprende. Os autores explicam, ainda, que uma proposição pode ser formada de conceitos interligados por palavras de ligação. As palavras de ligação, normalmente, abrem possibilidades diversas de interligação, isto é, diferentes alternativas, que levam à aprendizagem conceitual e, em consequência, à aprendizagem proposicional.

Os critérios propostos por Novak e Gowin (1999) na elaboração do MC revelam que os MCs podem evidenciar a aprendizagem conceitual e proposicional em relação à matéria de ensino na perspectiva ausubeliana, desde que os conceitos venham de situações de aprendizagem e da relação das características específicas, potencialmente significativas, de tais conceitos com as ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva dos alunos de forma não arbitrária e substantiva, favorecendo a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa (AUSUBEL, 2002). O ordenamento hierárquico vertical dos conceitos no MC exhibe os superordenados (muito gerais e inclusivos), os subordinados (intermediários) e os específicos ou pouco inclusivos, bem como os exemplos, indicando as relações de subordinação entre os conceitos (MOREIRA, 2006). O ordenamento hierárquico vertical é, também, denominado por Novak e Gowin (1999), e por Gowin e Alvarez (2005), de níveis hierárquicos.

Assim, as hierarquias delineadas definem os conceitos aceitos e possíveis proposições externalizadas, pelo aluno, durante o processo de elaboração de seu MC. Esta forma de analisar não é a única, mas foi a adotada por permitir discussões em torno das relações de subordinação entre os conceitos descritos em níveis verticais. Ao mesmo tempo, permite elaborar, pouco a pouco, uma explicação coesa do processo de ensino e aprendizagem, em tempo real na sala de aula, capaz de convalidar o seu uso como recurso potencialmente significativo para o ensino e aprendizado dos alunos. Além de, conforme Kinchin (2013), promover a capacidade dos alunos em movimentar entre as estruturas de conhecimento, tornando-se parte de um processo dinâmico de aprendizagem mais amplo.

Nesta perspectiva, o MC vem sendo utilizado e investigado em várias áreas do conhecimento e em diferentes níveis de ensino, com isto tem demonstrado possuir diversas finalidades pedagógicas. No Ensino Fundamental, por exemplo, foi utilizado para desenvolvimento da conceituação na escrita escolar no trabalho de Schäfer et al. (2012); no ensino e aprendizagem de conceitos científicos nos trabalhos de Ferracin, Cervigne e Klen (2005), Mendonça, Silva e Palmero (2007), Mateus e Costa (2009), Silveira e Miltão (2010), Mendonça, Lemos e Moreira (2010), Silveira, Moreira e Sousa (2010), Mota, Xavier e Santana (2011), Silveira, Souza e Mendonça (2012), Silveira e Mendonça (2014); na avaliação da aprendizagem por Mendonça, Moreira e Palmeiro (2008); como organizadores prévios nas intervenções de Camilotti et al. (2014), na formação de professores, a fim de promover a compreensão dos conceitos da Astronomia por Darroz et al. (2013) e nas propostas de monitoria em ciências investigadas no estudo de Cavalheiro, Wanmacher e Del Pino (2013).

3. Metodologia

Para alcançar os objetivos buscamos aporte teórico metodológico nas abordagens quantitativa e qualitativa. Na abordagem quantitativa, delineamos uma investigação quase experimental (MOREIRA; ROSA, 2007). Elegemos dois grupos de estudo, o grupo experimental, turma A (6ª série A) e o grupo controle, turma B (6ª série B). Os participantes foram 47 alunos de uma Escola Estadual de Tempo Integral, situada no Município de Guarulhos, São Paulo, Brasil, na faixa etária de 11 a 12 anos. O processo investigativo ocorreu ao longo de um semestre letivo³, perfazendo o total de 60 aulas de uma hora cada, assim distribuídas: 4 aulas destinadas ao diagnóstico inicial; 52 aulas a intervenção e 4 aulas destinadas a avaliação final (AP).

Inicialmente, os dados foram obtidos por meio uma avaliação diagnóstica (AD) sobre o tema (MENESES VILLAGRÁ, 2001). A avaliação AD constituiu-se de 20 questões, associadas a indicadores de aprendizado (Quadro 1 em anexo). A partir da análise dos dados obtidos na AD⁴, planejamos uma intervenção subsidiada por uma estratégia didática (ED). A ED foi estruturada em 4 Unidades de Ensino (UEs) sobre os temas: elementos astronômicos; os movimentos no Céu; localização de constelações e o Sistema Solar, que foram ensinados por meio de diferentes recursos didáticos: aula expositiva dialogada; utilização de livros didáticos e paradidáticos; leitura de textos com relatos orais e escritos; elaboração de desenhos e esquemas; resolução de exercícios; roteiros de estudo; demonstração; experimentação; elaboração e análise de gráficos; montagem de tabelas. Dentre esses o MC, apenas para a turma experimental⁵. Durante a intervenção cada aluno produziu e apresentou verbalmente seus MCs⁶, em atendimento a cada tema trabalhado nas UEs, perfazendo o total de 4 MCs por aluno.

Na fase final da intervenção ocorreu a avaliação de aprendizado (AP), utilizando-se do mesmo instrumento aplicado na AD. A avaliação caracterizou-se como instrumento de coleta de dados, tanto na AD como na AP. Devido à natureza da investigação e de seu delineamento, atendemos as recomendações quanto à fidedignidade e validade do conteúdo (MOREIRA, 2011b; CARVALHO, 2006; LAVILLE; DIONNE, 1999). O conteúdo específico das questões foi analisado por um especialista na área de Astronomia. Ao fazer suas observações atribuiu validade ao

³ A investigação ocorreu durante o trabalho docente do professor (investigador) e na dinâmica das aulas normais de Ciências. As turmas foram assumidas pelo professor durante o processo legal de atribuição de aulas que acontece no início do ano letivo para que o professor efetivo possa exercer sua função docente na escola sede.

⁴ Os resultados da avaliação diagnóstica (AD), deste estudo, foram publicados na Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA, n. 11, p. 45 – 62 em 2011, com o título “*Uma avaliação diagnóstica para o ensino da Astronomia*”.

⁵ Para a turma experimental foi planejada uma UE extra com a finalidade de introduzi-los na dinâmica de elaboração do MC. A UE e as discussões geradas durante o seu desenvolvimento foram publicadas nos Anais do 5º Encontro Nacional de Aprendizagem Significativa de 01 a 05 de setembro de 2014 em Belém-Pará, com o título “Ensinando a Elaborar um Mapa Conceitual em sala de aula do Ensino Fundamental” e no Proceedings of the Sixth Internacional Conference on Concept Mapping Santos, Brazil, 2014, V. 3 com o título “Ensinando o Mapa Conceitual: relato de uma intervenção em sala de aula do Ensino Fundamental”.

⁶ Todos os MCs produzidos foram apresentados oralmente durante as aulas e as falas dos alunos gravadas e transcritas literalmente. A dinâmica de apresentação não se constituiu em um problema, visto que, os alunos neste nível de escolaridade são bem falantes e gostam de compartilhar seus feitos com os colegas.

instrumento, isto é, afirmou que ele permite explicitar as informações desejadas sobre os temas (conteúdos) podendo ser aplicado em alunos da 6ª série do Ensino Fundamental.

Após sua validação, aplicamos o instrumento em uma das turmas, a 6ª série B, composta por 26 alunos e corrigimos todas as questões, utilizando uma escala de notas de 0,0; 0,25; 0,5 com base nos erros e acertos do conteúdo das questões, aceitos pela comunidade científica da área. As notas foram atribuídas aos alunos da seguinte forma: a) 0,0 na questão quando alcançaram resultado insuficiente; b) 0,25 quando alcançaram resultado parcialmente suficiente; c) 0,5 quando alcançaram resultado suficiente.

Com o objetivo de verificar a fidedignidade do instrumento de coleta de dados (AD), calculamos o coeficiente alfa (CRONBACH, 1951 apud MOREIRA; VEIT, 2007). É importante salientar que um coeficiente alfa de Cronbach varia de 0 a 1, sendo que quanto maior for o valor, maior a consistência interna do instrumento. A literatura sobre o tema indica que, quando são avaliados grupos, são aceitáveis valores de alfa iguais ou maiores que 0,7. O coeficiente alfa calculado a partir das respostas da turma B foi de **0,748**. Por tal razão, consideramos que o instrumento, além de possuir validade, é também fidedigno, ou seja, ao ser aplicado em outras turmas da 6ª série, em condições semelhantes, pode conduzir a resultados similares (LAVILLE; DIONNE, 1999; CARVALHO, 2006; MOREIRA, 2011a).

Fundamentados nos resultados aplicamos o mesmo instrumento (AD), também, na turma da 6ª série A, composta por 21 alunos, sendo as respostas corrigidas com base no mesmo parâmetro de correção para a turma da 6ª série B. Na comparação do desempenho nas avaliações AD e AP utilizamos o teste t pareado. A partir dos resultados do teste t, verificamos se as médias das avaliações com um determinado grau de segurança são diferentes estatisticamente. O teste t pareado serve a mesma amostra em tempos diferentes, por exemplo, no início e no fim de um estudo (antes e após intervenção).

No estudo descritivo e analítico apresentamos os dados obtidos da turma controle e da turma experimental por meio das notas das provas da AD, antes da intervenção e AP após intervenção, as quais foram organizadas graficamente a partir dos resultados numéricos. Em consequência desses dados, estabelecemos 5 categorias de evolução, assim distribuídas: a de maior amplitude - posicionam os alunos que obtiveram variação das notas maior ou igual a 2,0 pontos; amplitude regular - situam os alunos que obtiveram variação das notas 0,7 a 1,9 pontos; menor amplitude – situam os alunos que obtiveram variação das notas de 0,1 a 0,7 pontos; retrocederam – situam os alunos que obtiveram notas na AP inferior as notas da AD; mesmo patamar – situam os alunos cujas notas não variaram.

Neste contexto, verificamos se o uso do MC contribuiu para o aprendizado dos alunos utilizando como referência a média final das avaliações realizadas, antes e após a utilização do MC como recurso didático em sala de aula. Tratou-se, portanto, de uma situação em que comparamos as médias de duas distribuições normais reduzidas (elementos da amostra $n < 30$), com os mesmos elementos da amostra (dados pareados) de cada turma, em dois momentos diferentes. Assim, definimos a hipótese nula (H_0) de que o “uso do MC não faz efeito na aprendizagem”, ou seja, as médias antes e após o uso do MC são iguais. Se não for comprovada a equivalência podemos concluir, para as amostras coletadas, a existência de diferença de desempenho. Quando a diferença entre as médias é negativa indica que houve melhora no desempenho. Logo para valor de $p <$

0,05 a diferença entre as médias é estatisticamente significativa.

Na abordagem qualitativa realizamos uma investigação interpretativa, conforme sugerida por Erikson (1986) apud Moreira (2011b). Dessa forma, tivemos como principal interesse discutir, explicar e desvendar significados (denotativos e conotativos) que os alunos atribuíram ao MC, seus elementos, sua atuação e sua influência para o ensino e aprendizagem dos conceitos de Astronomia em sala de aula. Os dados foram descritivos e a nossa preocupação foi com o processo de interação do aluno durante a construção e apresentação dos seus MCs. A validade do tratamento dos dados ocorreu por meio do diálogo com a comunidade científica nos eventos em que o foi apresentado⁷. Os MCs passaram por uma análise interativa, a partir de critérios inicialmente estabelecidos por Novak e Gowin, na edição original do livro “Aprender a Aprender,” quando discutem a natureza e aplicações dos MCs visando à aprendizagem significativa.

A análise do conteúdo (teor) dos MCs não se apoiou em modelos e não passou por processo de categorização, seguiu uma abordagem qualitativa de interpretação interativa, que também é defendida por Laville e Dionne (1999). Levamos em consideração a especificidade de cada MC e a sua contribuição potencial para mudar a dinâmica da sala de aula e a aprendizagem de seu autor. Especificamente, os MCs analisados originaram-se a partir do desenvolvimento das UEs, para atender a diferentes temas estudados no contexto das atividades, conforme proposto pelas mesmas. Na apresentação da interpretação nomeamos de MC1 o correspondente à produção inicial e MC2 à produção posterior. Levamos em conta que a inclusão do MC no cotidiano da sala de aula demandou uma abertura para o improvável, visto que os mesmos acolheram a explicitação das idiosincrasias presentes na estrutura cognitiva dos alunos. Logo, não existiu um MC certo ou errado, bom, muito bom, deficiente ou ruim, satisfatório ou insatisfatório.

Para o entendimento da triangulação dos dados obtidos na investigação, apresentamos alguns MCs produzidos por 2 alunos pertencentes a categorias de maior amplitude na variação quantitativa das notas, O critério de escolha levou em consideração que durante a apresentação, os alunos 30A e 32A manifestaram com maior clareza suas dificuldades em elaborar o MC. Reafirmamos que os MCs produzidos foram analisados e interpretados segundo a coerência semântica apresentada pelo seu autor, ou seja, conforme o significado lógico atribuído por ele. Por tal razão, não pretendemos inferir sobre a legitimidade da estrutura do MC construído. Concordamos com a ideia de Novak e Gowin (1999), reiterada por Moreira (2006, 2010) de que não existe mapa correto ou incorreto, e sim uma representação do pensamento do aluno no seu esforço de aprender, frente a novos conceitos e novas habilidades. Qualquer habilidade, segundo Novak e Gowin (1999), representa uma ação que pode ser vista de uma forma mais explícita quando se identifica o conjunto de conceitos que proporcionam o significado da ação e se constrói com ele um MC. Assim, temos em mente que o MC é uma representação visual do processo de raciocínio do aluno e, pela sua própria natureza, pode evoluir por vários estágios.

⁷ A análise interativa dos MCs passou pelo crivo da comunidade científica que se reúne anualmente na SEMANA DE INVESTIGAÇÃO do PIDEc, no Instituto de Física da UFRGS, a fim de fomentar a interação e discussão acadêmica entre doutorandos, professores e diretores de teses do Programa e investigadores externos, entre eles, os que se dedicam ao estudo dos MCs no ensino.

4. Resultados

Na perspectiva quantitativa, o estudo descritivo e analítico dos resultados teve como objetivo chegar à compreensão do problema e fazer um juízo de valor mais fidedigno (MOREIRA, 2011b). No estudo descritivo, ilustrado nas Figuras 1 e 2 respectivamente, apresentamos o desempenho dos alunos do grupo experimental (turma A) e controle (turma B) na avaliação diagnóstica (AD) e avaliação de aprendizado (AP).

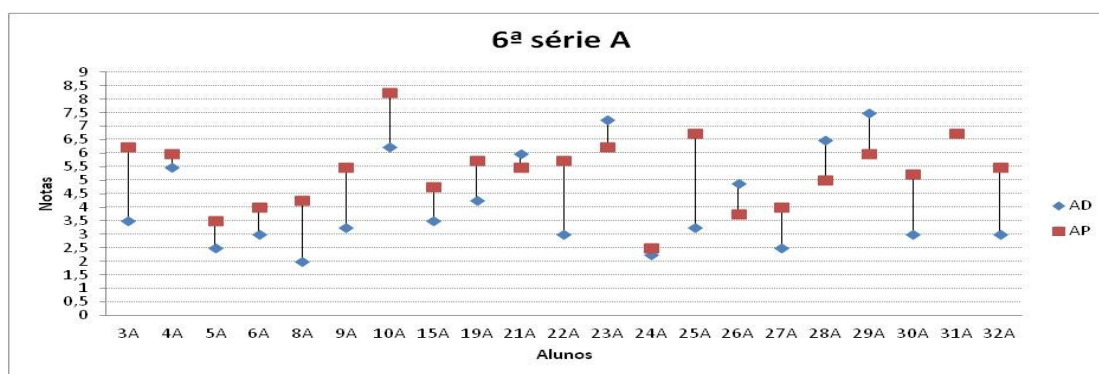


Figura 1 - Notas dos alunos da 6ª série A na avaliação diagnóstica (AD) e de aprendizado (AP).

Pela disposição gráfica dos resultados numéricos relativos às notas das avaliações da turma A (Figura 1), visualizamos uma evolução na aprendizagem da maioria dos alunos, a partir do seu conhecimento prévio. Dessa maioria, identificamos três grupos: os com maior amplitude, como os alunos 3A, 8A, 9A, 10A, 22A, 25A, 30A, 32A; outros com amplitude regular, os alunos 5A, 6A, 15A, 19A, 27A e poucos com menor amplitude, os alunos 4A e 24A. No entanto, um número expressivo de alunos da turma A, representados pelos números 21A, 23A, 26A, 28A e 29A, obtiveram notas inferiores na avaliação AP, ou seja, a nota da avaliação de aprendizagem retrocedeu a obtida na avaliação diagnóstica e, ainda, o aluno 31A, que permaneceu no mesmo patamar do conhecimento prévio, sendo a nota da AP a igual à AD.

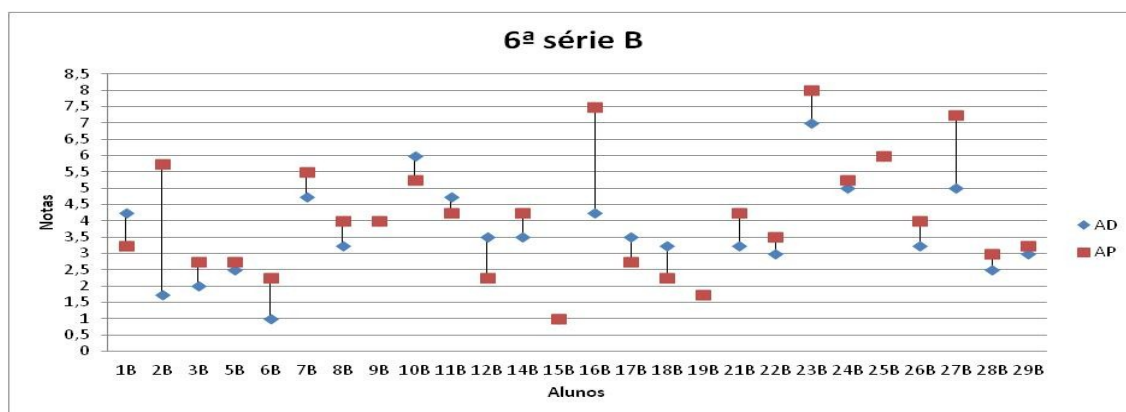


Figura 2 - Notas dos alunos da 6ª série B na avaliação diagnóstica (AD) e de aprendizado (AP).

No que se refere à turma B (Figura 2), visualizamos evolução semelhante, porém em uma dimensão maior ou menor, conforme a nota para cada grupo deliberado em comparação com a turma A. No grupo que alcançou maior amplitude temos os alunos 2B, 16B, e 27B. No grupo de amplitude regular encontram-se os alunos 3B, 6B,

7B, 8B, 14B, 21B, 23B e 26B. Nos de menor amplitude, os alunos 5B, 22B, 24B, 28B e 29B. Já nessa turma, identificamos 6 alunos com notas inferiores na avaliação AP, ou seja, a nota da avaliação de aprendizagem foi abaixo do que o aluno havia obtido na avaliação diagnóstica, são os 1B, 10B, 11B, 12B, 17B e 18B. Entre os alunos que permaneceram no mesmo patamar do conhecimento prévio, ou seja, a nota da AP foi igual à AD, temos o 9B, 15B, 19B, 25B.

Grupo		Experimental (A)	Controle (B)
AD	Média	4,26	3,57
	Desvio padrão	1,79	1,31
AP	Média	5,29	4,07
	Desvio padrão	1,51	1,81
Valor de t		-2,11	-1,08
Graus de liberdade		36,66	48,05
Valor de p		0,04	0,28

Tabela 1 - Resultados do teste-t para as médias de nota final da avaliação diagnóstica (AD) e pós-aprendizado (AP) para o grupo experimental (6^a série A) e controle (6^a série B).

Quanto ao estudo analítico, utilizamos como referência a média final das avaliações realizadas e comparamos o desempenho utilizando o Teste t pareado, com nível de significância de 5%. O resultado do teste t pode ser observado na Tabela 1. Apenas o grupo experimental (turma A) apresentou uma variação significativa ($p = 0,04$). Já na turma B não se obteve variação significativa da média ($p = 0,28$). Concluímos com isso que o uso do MC contribuiu para o aumento do nível de aprendizagem dos alunos da turma A.

Ao analisarmos os valores amostrais por questão avaliada, e agruparmos os valores de cada questão em suas respectivas categorias de indicadores de aprendizagem (Tabela 2), observamos evidências de evolução na aprendizagem na turma A, também, a partir de cada indicador. Nesse aspecto, identificamos os indicadores de maior e menor amplitude para cada turma considerada e a questão de maior abrangência, isto é, aquela que definiu a habilidade desejada.

Os indicadores de aprendizagem contemplados pela turma A, segundo esse tipo de análise, foram: *Identificar elementos astronômicos e diferenciá-los dos demais*, representado pela questão 3 ($p = 0,02$), indicando significação aos conceitos que definem os elementos astronômicos; *Identificar o movimento aparente do Sol e da Lua e fazer uso da terminologia científica*, representado pela questão 7 ($p = 0,05$), sugerindo

apropriação dos conceitos científicos na explicação dos fenômenos astronômicos; *Identificar distâncias astronômicas*, representado pela questão 8 ($p = 0,01$), demonstrando assimilação conceitual que explica possibilidades e limites dos objetos astronômicos; *Identificar as fases da Lua*, representado pela questão 14 ($p < 0,01$), evidenciando apropriação de conceitos científicos nas suas representações sobre a Lua. Por último, temos o indicador *Representar e denominar os elementos do Sistema Solar*, representado pela questão 17 ($p < 0,01$), também evidenciando apropriação de conceitos científicos nas suas representações sobre o Sistema Solar.

O mesmo não aconteceu com a turma B, que não teve acesso ao MC como recurso didático. Na turma B, os resultados apontam para evolução menor na aprendizagem, quanto às habilidades alcançadas a partir dos indicadores de aprendizagem. Apenas duas habilidades foram contempladas, sendo: *Identificar o movimento aparente do Sol e da Lua e fazer uso da terminologia científica*, representada pela questão 12 ($p = 0,04$), indicando apropriação dos conceitos científicos na explicação dos fenômenos astronômicos; *Identificar as fases da Lua*, representado pela questão 14 ($p < 0,01$), evidenciando apropriação de conceitos científicos nas suas representações sobre a Lua. Essas habilidades foram identificadas em ambas as turmas, embora, no primeiro indicador, cada uma das turmas tenha manifestado maior amplitude em questões diferentes. Em consequência, a análise induz a discussão e a algumas considerações.

Um aspecto interessante nesta perspectiva quantitativa dos resultados é o comportamento da medida de dispersão ‘desvio-padrão’ das turmas. A turma experimental evoluiu para uma redução na dispersão dos resultados. Em outras palavras, apresentou a tendência de evolução para o mesmo sentido, ou seja, positivamente. Já a turma controle apresentou comportamento inverso, qual seja, houve uma ampliação na dispersão dos resultados. Tomada esta informação sobre a dispersão dos resultados, em conjunto com a evolução positiva da média, entendemos que a evolução do desempenho do aluno com avaliação inferior à da média de sua turma foi pior do que a evolução do desempenho do aluno com avaliação superior, refletindo no aumento do desvio padrão dos resultados da avaliação quantitativa da turma de controle.

Indicadores de Aprendizagem	Turma A – 6ª série A (experimental)					Turma B – 6ª série B (controle)			
	Questões	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p
Identificar elementos astronômicos e diferenciá-los dos demais	1AD	0,42	0,23	39,98	0,81	0,37	-1,4	48,22	0,16
	1AP	0,41				0,43			
	2AD	0,67	0,82	20	0,42	0,48	0	50	1
	2AP	0,5				0,48			
	3AD	0,39	-2,42	20	0,02*	0,43	-0,98	42,81	0,32

	Turma A – 6ª série A (experimental)					Turma B – 6ª série B (controle)			
Indicadores de Aprendizagem	Questões	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p
	3AP	0,5	0	40	1	0,47	-0,62	49,85	0,53
	4AD	0,46				0,39			
	4AP	0,46				0,42			
Identificar o movimento aparente do Sol e da Lua e fazer uso da terminologia científica	5AD	0,17	-1,26	39,93	0,21	0,06	-1,11	44,82	0,26
	5AP	0,27				0,12			
	7AD	0,14	-1,95	39,09	0,05*	0,14	0,64	49,41	0,52
	7AP	0,28				0,1			
	12AD	0,1	-0,57	40	0,57	0,009	-2,07	31,63	0,04*
	12AP	0,14				0,06			
Identificar a presença da Lua e estrelas no Céu no dia e à noite	6AD	0,17	-1,73	39,93	0,08	0,15	0	50	1
	6AP	0,3				0,15			
Identificar distâncias astronômicas	8AD	0,16	-2,45	39,9	0,01*	0,21	0	50	1
	8AP	0,34				0,21			
Fazer uso de pontos cardeais para localização	9AD	0,13	0,58	37,27	0,55	0,14	1,1	49,98	0,27
	9AP	0,09				0,08			
	13AD	0,04	0,28	38,05	0,77	0,03	0	50	1
	13AP	0,03				0,03			
Fazer uso de ponto de referência para descrever a posição do Sol	10AD	0,04	1,45	20	0,16	0,12	0,92	48,48	0,3
	10AP	0				0,07			
Observar e identificar a regularidade do movimento da Lua	11AD	0,22	-0,76	39,98	0,44	0,21	-1,68	49,92	0,09
	11AP	0,28				0,32			
Identificar as fases da Lua	14AD	0,26	-3,14	36,94	<0,01*	0,14	-3,82	49,58	<0,01*
	14AP	0,4				0,3			

Indicadores de Aprendizagem	Turma A – 6ª série A (experimental)					Turma B – 6ª série B (controle)			
	Questões	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p	Médias	Valor t	Graus de liberdade	Valor de p
Compreender o significado do termo constelação	15AD	0,3	-0,64	39,79	0,52	0,17	-1,39	49,89	0,16
	15AP	0,35				0,26			
Identificar e dar exemplos de constelações	16AD	0,15	-0,96	39,76	0,34	0,03	-1,85	40,96	0,07
	16AP	0,22				0,03			
Representar e denominar os elementos do Sistema Solar	17AD	0,19	-2,78	37,68	<0,01*	0,12	-1,01	49,07	0,31
	17AP	0,34				0,18			
Compreender como ocorre a formação da Luz Solar e aplicar conceitos científicos para explicar o fenômeno	18AD	0,07	0,53	39,8	0,59	0,07	1,41	38,14	0,16
	18AP	0,04				0,01			
Visão espacial e identificar e comparar (planeta mais próximo e mais distante do Sol)	19AD	0,08	-1,77	36,86	0,08	0,22	0,92	49,98	0,35
	19AP	0,19				0,16			
Estimar com resultado aproximado a distância entre os astros	20AD	0	-1,82	20	0,08	<0,01	1	25	0,23
	20AP	0,07				0			

Tabela 2 - Valores das médias, valor de t, graus de liberdade e valor de ‘p’ por questão avaliada, agrupadas a partir dos indicadores de aprendizagem.

4.1 Discussão e considerações sobre a análise quantitativa

A análise quantitativa dos dados da avaliação nos levou a concluir, com 95% de confiança, que o uso do MC contribuiu para o aumento da aprendizagem dos alunos da turma A em relação aos conceitos astronômicos. Nesse caso, podemos considerar que o MC atuou como recurso potencialmente significativo para os alunos e favoreceu a evolução dos conhecimentos sobre a matéria de ensino, em sala de aula. No entanto, a análise evidencia que o conjunto das habilidades oferecidas pelos quatorze indicadores de aprendizagem não foi igualmente contemplado.

Cada conjunto de indicadores comportou de uma a quatro questões que ofereceram referências para o desenvolvimento do conteúdo científico. Havendo mais

de uma questão em um mesmo indicador, como por exemplo, no indicador “identificar elementos astronômicos e diferenciá-los dos demais”, possuidor de quatro questões, todas as questões deveriam ser respondidas satisfatoriamente pelo aluno, para que o indicador pudesse ser contemplado totalmente. No total, as questões que compõem os 14 indicadores atendem o conteúdo de ensino priorizado na intervenção.

Dos indicadores estabelecidos, apenas cinco deles (35,7%) foram atendidos pela turma A, embora dois deles tenham sido contemplados parcialmente e somente dois (14,3%) pela turma B, um deles contemplado parcialmente. Esses valores são considerados insuficientes no contexto do ensino, mas no contexto da aprendizagem são relevantes, e atendem alguns objetivos básicos estabelecidos nas UEs tais como: construir conceitos para a compreensão de elementos astronômicos visíveis no céu; identificação dos elementos do Sistema Solar e a interpretação de alguns fenômenos que envolvam conhecimentos a respeito do Céu, como por exemplo, as fases da Lua.

Na perspectiva dos indicadores, evidenciamos que a turma A conseguiu avançar um pouco mais na aprendizagem do que a turma B. Com isso, outra observação se faz necessária, refere-se ao fato que das cinco questões da avaliação que apresentaram diferenças significativas, ou seja, valor de p menor ou igual a 0,05 para a turma A, apenas a questão três foi considerada em sua elaboração de nível baixo ou básico para a escolaridade dos alunos (6ª série), enquanto as outras apresentam um nível considerado médio ou adequado⁸. Nesse quesito, também a turma A demonstrou evolução superior à turma B, pois obteve valores de p menores em quatro questões (7, 8, 14, 17) de nível médio ou adequado, enquanto a turma B somente em duas questões (12,14).

Contudo, a questão 12, em que sobressaiu a turma B, exige nível de abstração e conhecimento maior, pois demanda a elaboração de hipóteses na identificação do movimento aparente da Lua e sua explicação, utilizando-se da terminologia científica. Nesse caso, ao falar na significação potencial atribuída a questão, a justificativa encontrada para tal é revelada em Ausubel (2002, p. 126), quando ele explica que a disponibilidade e outras qualidades significativas do conteúdo existentes nas estruturas cognitivas dos diferentes alunos, são as variáveis mais decisivas na determinação da significação potencial. Ao relacionar com a potencialidade dos materiais de aprendizagem, a significação pode variar por meio de fatores relacionados a conhecimentos prévios, idade, nível de inteligência, classe social e informação cultural desses alunos (AUSUBEL, 2002). Como diversos recursos de aprendizagem foram utilizados, é possível uma maior ou menor variação de significação potencial em relação a eles, pela turma B.

As questões que evidenciaram apresentar significado potencial para a turma A foram as ligadas à capacidade de representar os conceitos científicos adquiridos por meio de desenhos e denominações. São questões que envolvem representações cosmológicas⁹ e estão relacionadas com modelos mentais conceituais ou proposicionais

⁸ Consideram-se como questões de nível baixo ou básico aquelas que atendem os conteúdos exigidos em séries anteriores e, questões de nível médio ou adequados, aquelas que atendem os conteúdos exigidos na série em que o aluno se encontra (SÃO PAULO, 2007).

⁹ Termo utilizado no artigo “Representaciones Mentales de Profesores de Ciencias sobre el Universo y los Elementos que incorporan en su Estructura en general y los Modelos Cosmológicos que lo explican (RODRÍGUES; CABALLERO SAHELICES, 2005).

ordenados a partir da aprendizagem dos conceitos (MOREIRA; GRECA; RODRÍGUES PALMERO, 2002). Definem-se a partir de representações externas pictóricas como os desenhos, os diagramas e os gráficos. Nesse ponto encontramos uma possível relação entre o aumento das notas a essas questões e o uso do MC durante a intervenção, justificado pelo fato de que um MC é sempre entendido como um diagrama. Tanto o desenho como o diagrama encontra-se no mesmo status de representação externa, segundo os autores citados.

O resultado, no geral, é considerado pedagogicamente satisfatório, tanto para a turma A, como para a turma B e expressa atribuição de significados sobre a matéria de ensino, favorecedores de novas ações de ensino-aprendizado. Mesmo as turmas apresentando amplitudes diversas em relação às notas, o que não podia ser diferente. É inegável que todos os alunos se encontram em um processo ativo de aquisição de conhecimento. Entretanto, quanto a esses resultados e até mesmo sobre o uso da análise quantitativa no processo de investigação da aprendizagem em sala de aula, várias considerações e contrapontos podem ser feitos, na tentativa de justificar o diferencial na evolução da turma A em relação à turma B, independentemente do uso do MC.

A primeira delas é sobre o nível de conhecimento prévio apresentado por cada turma por meio da avaliação diagnóstica (SILVEIRA; SOUZA; MOREIRA, 2011). Partindo do princípio que a turma A obteve média maior na AD, em consequência disso, seria possuidora de subsunçores mais elaborados quanto aos conceitos da matéria de ensino, portanto seria natural que o avanço na aprendizagem fosse maior. No entanto, as condições para a aprendizagem significativa foram evidenciadas em ambas as turmas, em função da categorização das respostas da AD, que apontou as mesmas fragilidades em expor conceitos científicos sobre temas astronômicos nas duas turmas. A segunda, apontada por Ausubel (2002) e muito presente em salas de aula de escola pública, são as diferenças quanto à idade, nível de inteligência, classe social e informação cultural. Esses fatores podem facilitar ou dificultar o avanço, em diferentes formas e tempos de aprendizagem, de determinados conteúdos que estão sendo ministrados pela disciplina em questão.

4.2 Interpretação dos Mapas Conceituais

Os mapas produzidos foram analisados e interpretados segundo a coerência semântica apresentada pelo seu autor, isto é, conforme o significado lógico atribuído pelo aluno durante a sua apresentação. Portanto, as hierarquias delineadas definem os conceitos aceitos e possíveis proposições externalizadas, durante o processo de elaboração do mapa. Temos em mente que os MCs elaborados são representações visuais do processo de raciocínio do aluno e pela sua própria natureza pode evoluir por vários estágios (GOWIN; ALVAREZ, 2005). Assim, concebem o pensamento do aluno no seu esforço de aprender, frente a novos conceitos e novas habilidades. Devido ao grande número de MCs produzidos, durante o desenvolvimento das UEs, selecionamos para compor esse artigo dois MCs dos alunos 30A e 32A, que de acordo com as notas (Figura 1) se enquadraram na categoria de “maior amplitude”, bem como, suas respectivas interpretações a partir do compartilhamento dos mesmos pelos seus autores.

4.2.1 Interpretação 1

O MC1 do aluno 32A (Figura 3) apresenta uma estruturação espacial organizada e dispõe de diferentes níveis. São cinco os níveis hierárquicos considerados. O conceito mais inclusivo *Corpos Celestes* está ligado ao subordinado *Sol e estrela*. O conceito subordinado vai em direção aos conceitos específicos, *planetas e constelação*. Estes seguem em direção aos menos inclusivos representados por *massa, Sistema Solar e conjunto de estrelas*. Cada conceito é ligado por meio de setas de entrada e saída a outros conceitos considerados, identificando relações conceituais que resultam em proposições válidas, por exemplo: *o Sol é uma estrela; planeta tem massa; planetas formam Sistema Solar; constelação significa conjunto de estrelas; planetas têm distância do Sol; Lua tem luz do Sol, corpos celestes têm luz do Sol*.

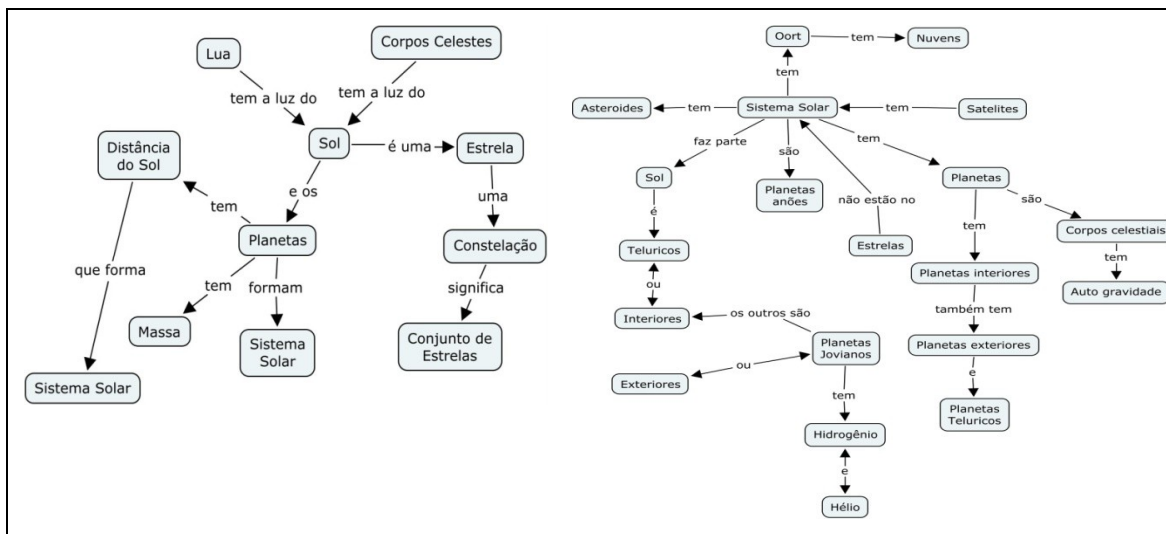


Figura 3 - MC1 e MC2 elaborados pelo aluno 32 A.

Nesse MC, todas as linhas de ligação são nomeadas por palavras-chaves, retratando a natureza da relação. Com isso, evidenciamos várias relações válidas para a matéria de ensino. Possui também perceptibilidade semântica, ou seja, pode ser compreendido pelos significados previamente apresentados (NOVAK, 2000). Contudo, o conceito *Sistema Solar*, tratado até agora como o mais inclusivo, está posicionado por duas vezes na base do MC. Sendo uma vez como conceito menos inclusivo e em outro como exemplo. A perceptibilidade semântica não o torna autoexplicativo, portanto para complementar o juízo de valor, o MC foi explicado pelo o aluno que externalizou seus significados, ampliando a visualização da organização conceitual utilizada ao traçá-lo.

Dessa forma, as evidências de evolução conceitual são manifestadas quando o aluno explica e a ação externaliza os significados atribuídos aos conceitos científicos da matéria de ensino, durante o seu processo de aprendizagem. Dessa maneira, ele lembra que foi muito difícil fazer o MC: *...“ufa! Custei fazer isso... estava muito difícil... tentei... tentei e acabei conseguindo... agora está certo... vou explicar como foi que fiz primeiro... pode?... Depois da resposta afirmativa, continuou. “... fiz uma lista de dez coisas que ia lembrando as coisas de Ciências que aprendi... lembrei primeiro de corpos celestes... e... fui escrevendo... escrevendo... até completar dez conceitos, depois fui espalhando tudo na ordem e lembrando as coisas de cada um... por causa disso que pus lá em cima corpos celestes... porque tudo que tem no Céu é corpo celeste...”*

Durante a exposição, o aluno relevou a estratégia que utilizou para dar conta de uma tarefa e porque escolheu *corpos celestes* como o conceito mais inclusivo. Isso significa a ocorrência de aprendizagem significativa, tendo em vista, segundo Ausubel (2002), que as ideias estáveis e estabelecidas na estrutura cognitiva do aluno interagiram de forma seletiva com novas ideias já assimiladas do material de instrução de modo a produzir novos significados. Os novos significados podem sofrer uma estabilização, através de ligações relativas a estas mesmas ideias quando ancoradas e estáveis. A disponibilidade de ideias, sobre a matéria de ensino, quando bem organizadas na estrutura cognitiva é essencial para a compreensão e manipulação de novas ideias (AUSUBEL, 2002).

Neste aspecto, a articulação de ideias por parte do aluno constituiu em objeto de evidência de aprendizado quando ele coloca: *“os corpos celestes têm a luz do Sol... só os corpos celestes que estão no Sistema Solar... o conjunto de todos os corpos celestes é o Sistema Solar... a Lua tem a Luz solar... de tanta que até brilha muito... a luz é direto na Lua... É que ela não tem luminosidade e tem que receber a luz do Sol... Tem tempo que ela parece que não fica iluminada... Mais fica... é que conforme a Lua vai girando em volta da Terra vai fazendo sombra... vai formando as fases da Lua... nova, crescente, minguante e cheia... a Lua é satélite natural da Terra...”* Retornou à explicação do MC, a partir do Sol, e salientou: *“o corpo celeste mais importante para nós é o Sol... aí a gente tem que colocar aqui um pouco mais para baixo... o Sol é uma estrela de quinta grandeza e é a estrela mais próxima da Terra... fica bem mais perto... que as outras estrelas... aqui liguei estrela com constelação... constelação significa conjunto de estrela... no céu tem muitas constelações... não é que elas formam aquelas figuras... é a gente que imagina, vendo aqui da Terra parece cruz, escorpião, bota, leão, touro, panela com cabo e muitas outras coisas que a gente vai imaginando... por isso liguei tudo assim para explicar melhor”*.

O entendimento acerca do conteúdo ensinado torna-se cada vez mais evidente na medida em que o aluno alega ter colocado *planetas* na posição de conceito específico devido a sua relação com o *Sol*, isto é, uma relação de dependência para o desempenho de alguns fenômenos, por exemplo: *“os planetas e o Sol forma o Sistema Solar... eles ficam orbitando o Sol... cada um na sua órbita... porque o Sol atrai muitos corpos celestes: planetas, satélites, asteroides, cometas... os planetas têm massa... a massa é que dá a força de cada um prá ser atraído... se tem muita massa a força é grande... cada planeta fica a uma distância do Sol... sei a da Terra que é 150 milhões de quilômetros... dos outros ainda não sei... todos os planetas formam o Sistema Solar... a única estrela que fica no Sistema Solar é o Sol... as outras estrelas não ficam... fica um pouco mais prá frente do Sistema Solar... acho que coloquei tudo das palavras no mapa.”*

No MC2 (Figura 3) o aluno revela não só a aprendizagem conceitual, como também demonstra compreensão sobre a elaboração de um MC, ao reconhecer palavras-chaves que favorecem as ligações entre os conceitos elencados. A apropriação dos conceitos científicos da matéria de ensino se manifesta na própria estruturação do MC. Na distribuição das relações observamos setas indicativas chegando e saindo do conceito mais inclusivo *Sistema Solar* para conceitos subordinados e setas de dupla direção, de subordinados para específicos, na tentativa de diferenciar e reconciliar os conceitos. O MC dispõe-se em diferentes níveis, cada nível caminha do conceito mais inclusivo para os menos inclusivos. Todo conceito é ligado por setas unidirecionais, em

alguns casos bidirecionais, a um ou mais conceitos, indicando uma relação de significados válidos, em sua maioria, caracterizando uma proposição. Por exemplo, os *planetas são corpos celestiais, Sistema Solar tem asteroides, corpos celestiais têm autogravidade*. Desse modo, as ramificações vão se constituindo entre os conceitos subordinados e os mais específicos. Apesar de antecipar as intenções do autor ao elaborá-lo tal qual o MC anterior, algumas considerações somente foram convalidadas após sua apresentação.

Durante a apresentação, o aluno atribuiu significados denotativos (conceituais) e significados conotativos (pessoais) sobre a matéria de ensino e o recurso utilizado, quando afirma: “... *Já aprendi fazer MC... só tenho um pouquinho de dúvida na hora de achar a palavra certa prá escrever na seta... só sei que a gente tem que formar uma frase... se a gente põe a palavra errada a frase não sai certa... fica bem esquisito... não dá sentido... a gente fica com medo de errar*”. Ao manifestar esses significados, demonstra possuir a percepção de que as regularidades atribuídas aos conceitos devem ser coerentes com o conteúdo específico, que lhes conferem o sentido científico. Novak e Gowin (1999, p. 45-50) chamam essa atitude de “*sentir o significado*”. Nessa perspectiva, os sentimentos são normalmente positivos, mas podem ocorrer sentimentos negativos quando o aluno dá conta de seus erros. Contudo, o fato de o aluno fazer e refazer seu MC e compartilhá-lo em sala de aula favorece a superação de sentimentos negativos.

Essa superação foi demonstrada quando o aluno continuou o compartilhamento dos seus significados e explicou: “... *escrevi muitos conceitos e achei as palavras-chaves que dava certo bem rapidinho... mas agora estou vendo que tem umas que não ficaram legais... eu sei explicar para ficar direito... olha! o principal... o conceito mais geral foi Sistema Solar... liguei com coisas que tem nele... então fica assim... no Sistema Solar tem asteroides, tem planetas... os planetas são corpos celestiais que tem autogravidade... é por conta da autogravidade que os planetas ficam na órbita do Sol... cada um na sua órbita... pra ficar girando na órbita tem que ter muita massa... e ser assim... bem limpinho ao seu redor... sem muita poeira cósmica... senão não é planeta...*” Explicou também que Plutão não é mais planeta e referiu-se a uma das condições que fez com que Plutão fosse considerado um planeta anão, “... *por conta disso Plutão não é mais planeta... ele tem muita poeira cósmica ao seu redor... e isso atrapalha... e ele não conseguiu eliminar a sujeira que tem na sua órbita...*”.

Ao se referir a Plutão, afirmou que quando vinculou Sistema Solar a planetas anões, a palavra de ligação utilizada não foi a mais adequada e justificou: “... *os planetas anões estão no Sistema Solar... não é só Plutão... têm outros... Ceres, Xena... também... os planetas anões é um tipo de asteroide e os asteroides ficam no Sistema Solar... e forma um cinturão... Ceres tá no cinturão...*” Ao retornar para o conceito subordinado *planetas*, revelou novas ideias sobre eles tais como: “... *vou falar agora que têm planetas de dois tipos... uns são os interiores e outros exteriores... é chamado assim... porque uns estão mais perto do Sol, que é Mercúrio, Vênus, Terra e Marte... o que tá bem pertinho é Mercúrio, ele é muito quente... acho que tem mais de 400 graus de temperatura de dia e de noite acho que é menos que uns 100... a Terra é mais ou menos... não é tão quente e nem é tão frio... por isso é bom aqui na Terra... pra vida... esses que eu falei são interiores ou telúricos... têm pouca massa... os outros... os exteriores é os que tão bem mais longe do Sol... são grandes... Júpiter, Saturno, Urano e Netuno... esses têm muita massa*” Durante a explicação percebeu que devia ter

conectado apenas interiores com telúrico, denominações consideradas unívocas para grupos de planetas. Assim, fez a seguinte observação: “... *agora que estou vendo que não ficou certo colocar telúrico no fim... não precisava... podia colocar interiores ou telúrico... é a mesma coisa...*”.

A identificação dos próprios erros na estruturação do MC foi um ponto positivo na negociação de significados. Na medida em que as justificativas aos supostos erros ocorriam, novos conhecimentos sobre a matéria de ensino iam sendo negociadas. O aluno percebeu que não havia necessidade de fazer tantas ligações usando os termos telúricos, interiores e exteriores. Para ele, a única relação válida, nesse caso, seria de planetas Jovianos ou exteriores para hidrogênio e hélio ao observar: “... *aqui desse lado do MC... não precisava ter ligado... tá repetido... o que não falei foi dos planetas Jovianos ou exteriores... podem ter esses dois nomes... que eles são muitos gasosos... têm mais gases hidrogênio e hélio... gases bem leves... os interiores ou telúricos são mais formados de rochas... é rochoso...*”.

Quanto à conexão do Sistema Solar com Sol, afirmou: “... *o Sol faz parte do Sistema Solar mais não é igual aos outros corpos celestes do Sistema Solar... é o mais importante... de todos que já falei... tudo gira ao redor dele... quando a Terra gira ao redor do Sol... forma as estações do ano... acho que os outros planetas também têm estações... porque eles também giram ao redor do Sol... igualzinho a Terra... agora as estações dos outros planetas, eu acho que é diferente... não sei explicar isso...*” Nesse momento, várias hipóteses sobre a veracidade da afirmação foram colocadas pelos outros alunos, gerando certa discussão que resultou em outro comentário do aluno: “... *os cientistas falam que tem muita coisa no Céu que não dá prá gente saber... tem lugares difíceis de chegar de tão longe que é... ainda vão descobrir coisas...*” Concluiu a sua apresentação corrigindo mais um erro identificado por ele no seu MC: “... *aqui não é separado nuvem de Oort... é assim... a nuvem de Oort fica no Sistema Solar... bem mais afastada dos planetas... aí coloquei aqui em cima... ela é o lugar que guarda os cometas... é igual garagem de cometas... no Universo...*”

4.2.2 Interpretação 2

A partir da análise do MC1 do aluno 30A (Figura 4), podemos argumentar que o mesmo expõe uma estrutura hierárquica vertical bem definida, trazendo no topo o conceito mais inclusivo do conteúdo de ensino, *Sistema Solar*. A partir do conceito mais inclusivo, ocorrem ramificações para os conceitos subordinados, que se situam no primeiro nível da hierarquia vertical. No nível seguinte, o intermediário, dispõe de um suposto conceito, “*abrangem*”, manifestando não diferenciação entre conceito e palavras de ligação. Sobre isso, Novak e Gowin (1999), reiterado por Moreira (2010), alegam ser necessário o aluno compreender a diferença entre um conceito e palavras de ligação. Caso isso não aconteça, segundo os autores, dificilmente aprenderão conceitos novos e, conseqüentemente, terão dificuldades em fazer relações conceituais válidas em seus MCs.

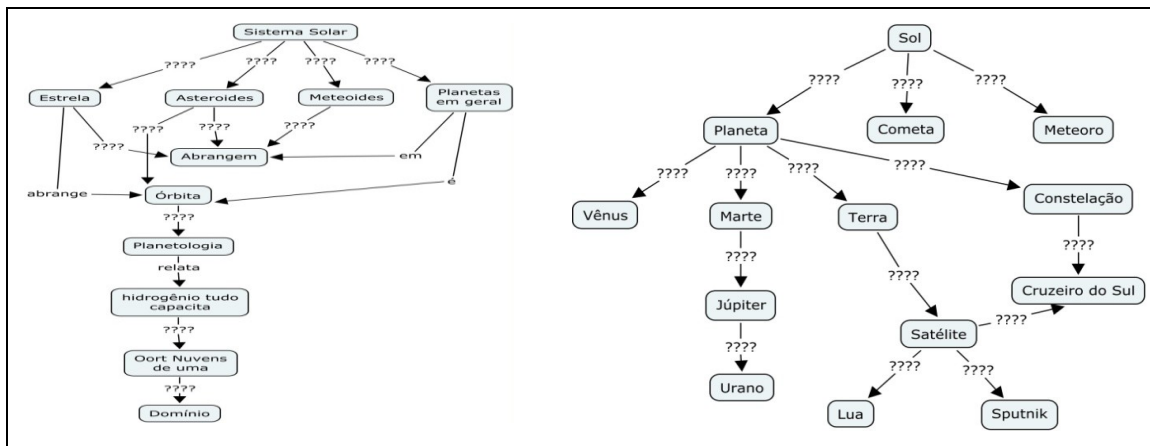


Figura 4 - MC1 e MC2 elaborados pelo aluno 30 A.

Notamos também no MC1 que a interação entre os conceitos acontece por meio de linhas indicativas unidirecionais com duas delas nomeadas por palavras de ligação. Fechando a estrutura vertical na base encontra-se o conceito *órbita* e a partir dele uma relação horizontal indicativa de alguns conceitos e palavras de ligações. Segundo o aluno, esse fechamento representa “*coisas*” que queria expor, mas como não conseguiu encontrar espaço adequado na estrutura do MC, achou por bem apresentá-los como exemplos. Todos os conceitos selecionados são coerentes com os conceitos científicos da matéria de ensino. Mas, a análise da forma como foi diferenciado progressivamente, bem como, possivelmente reconciliado e integrado, somente foi possível após os significados evidenciados durante a sua apresentação.

Conforme os significados externalizados e compartilhados pelo aluno, por meio de seu MC, evidenciamos como estes foram se articulando em sua estrutura cognitiva quando revela: “*Olha! Eu fiz direitinho... não sei se tá certo... aqui em cima, vem o Sistema Solar... ele é muito grande... o Sistema Solar é formado pelo Sol, por isso que ele chama Sistema Solar... e não escrevi... o Sol já é incluído, sem Sol não tem Sistema Solar... o Sol é a estrela mais perto de nós aí a gente vê bem grande... escrevi só estrela... no Universo tem bilhões de estrelas... os astrônomos são os cientistas que estudam os astros... o Sol é astro... falam que um dia a luz do Sol vai apagar... daqui... acho que uns trilhões de anos...vai apagar assim... porque o que dá a luz do Sol é a queima de um gás que tem nele... o hélio... ele queima fácil e um dia vai acabar de tanto queimar...*” Em seguida fez um comentário sobre a possibilidade de vida na Terra caso o Sol viesse a “*apagar*” conforme havia pensado, “*tudo vai morrer na Terra*”.

Em seguida ao comentário, retornou ao MC e continuou a explicá-lo: “*No Sistema Solar tem só o Sol de estrela... ela é o centro... ao redor do Sol tem os planetas no geral... escrevi no geral... prá já falar de todos de uma vez... os planetas são oito... começando de pertinho do Sol... vem o Mercúrio... eu sei por que ele chama Mercúrio... mensageiro dos Deuses... o mensageiro tem asinha no pé... sei de todos... é muito legal, não vou falar porque vai demorar... o segundo é Vênus... depois vem a Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano, Netuno... antes tinha Plutão... agora ele não é planeta porque a Astronomia descobriu que ele é bem pequenino e perto dele não é limpo... tem muita poeira cósmica... no Sistema Solar tem asteroide e meteoros... todos que eu falei abrangem o Sistema Solar... toda a seta vai até ‘abrangem’ por isso... eu queria colocar em harmonia... não lembrei na hora... agora que lembrei...*”.

Para finalizar o compartilhamento dos seus significados salientou: *“todos os astros do Sistema solar... ficam na órbita do Sol... fazendo o movimento de translação... os planetas faz translação... em volta do Sol... e rotação... em volta deles... sei só o da Terra... a rotação da Terra faz o dia e a noite... e no Sol... dá as estações do ano... essas coisas que escrevi aqui embaixo foram prá dar o exemplo... acho que não está certo... sei que planetologia estuda os planetas... a Oort é nuvem onde ficam os cometas...”* As informações enunciadas pelo aluno, a partir do MC, evidenciam aquisição de conceitos científicos da matéria de ensino e os conflitos cognitivos pelo qual ele passou ao elaborar o seu MC.

Já o MC2 (Figura 4) apresenta uma hierarquia vertical e estruturalmente se dispõe em quatro níveis, trazendo no topo o conceito mais inclusivo, embora em uma dimensão mais restritiva com relação ao tema. O conceito mais inclusivo *Sol* faz uma trajetória unidirecional para os subordinados representados pelos *planetas, cometas e meteoros*. De planetas saem setas indicativas para os conceitos específicos *Vênus, Marte, Terra e constelação*, chegando até aos conceitos menos inclusivos, *Cruzeiro do Sul, Júpiter e Urano*, caracterizando uma ramificação. Todos os conceitos selecionados representam elementos astronômicos. De modo semelhante ao MC1, apresenta na base alguns exemplos que poderiam constar como conceitos subordinados. Por não conter palavras de ligação, indicativas da relação entre dois conceitos, não é possível evidenciar a formação de proposição.

Contudo, durante a apresentação do MC2 as relações conceituais foram evidenciadas, quando o aluno justificou o porquê de haver começado o seu MC pelo elemento astronômico Sol: *“o Sol é mais importante do Sistema Solar... isso eu já falei... agora vou explicar... falar mais coisa do Sol... é estrela que tem muita luz... e ilumina os outros astros que tem no Sistema Solar... eu achava que ele só tinha o gás hélio... ele tem outro gás também o hidrogênio aquele que tem na água também... por causa dos gases o Sol é muito quente... os gases ficam queimando o tempo todo... e sai muita chama... que dá luz e calor... é muito quente... muito quente... 6.000 de graus Celsius de temperatura... meu!... eu li na internet, que pode chegar a uns 15.000.000 de graus Celsius... liguei o Sol com os planetas... porque ele manda energia e luz para os planetas... o planeta que tá perto do Sol é muito quente... os planetas são iluminados pelo Sol... eles não têm luz própria... o primeiro planeta que pus aqui é Vênus... o mais quente... ele tá mais perto do Sol... a gente pode ver Vênus aqui da Terra... parece estrela mais é planeta... de manhãzinha tá pertinho do Sol... eu já vi... gasta muitos dias prá dá volta no Sol... fazer translação... acho que 226 dias, não lembro direito... o nome dele significa Deusa do Amor... foram os Gregos que deu esse nome prá ele...”* Nessa apresentação, observamos a mesma disposição do aluno em aprender e a expor suas dificuldades e ao mesmo tempo atribuir e manifestar novos significados sobre os temas estudados.

Quando lhe perguntamos por que não havia colocado os nomes de todos os planetas no mesmo nível, respondeu: *“porque Vênus, Terra, tão antes de Marte... Júpiter e Urano tão depois de Marte... por isso fiz assim prá ficar quase igual na órbita do Sistema solar”*. Continuou com a explicação do MC: *“agora vou falar só de Júpiter... o Júpiter é gigantesco... o maior de todos... é onze vezes maior que a terra... lá tem até furacão... ele tem anéis e é gasoso e tem mais de 60 Luas... a Terra só tem uma... Júpiter significa Deus dos Deuses... tá bem longe do Sol e é bem frio mesmo, menos 150 graus... é tudo congelado... sei muitas coisas de Júpiter... mas não dá pra*

falar tudo agora.” Depois disso, voltou para outra indicação que havia feito de planetas para cometas e justificou: *“aqui eu fiz a seta prá constelação... só que eu tinha que fazer da Terra prá constelação, dava mais certo... assim, da Terra a gente vê as outras estrelas que tão no Universo... parece que tão juntas... e forma figura de bichos... de um monte de coisas... já vi no Céu só a constelação do Cruzeiro do Sul... foi meu pai que me mostrou... agora lembrei porque pus as setas saindo de planetas... não é só da Terra que vê as estrelas... dos outros planetas também dá pra vê...”*

Os significados atribuídos pelo aluno e explícitos na apresentação de seu MC2 deixaram evidente a aprendizagem conceitual. Esse processo, de acordo com Ausubel (2002, p. 26) “acontece mediante o uso de novas combinações de referentes já existentes e disponíveis na estrutura cognitiva do aluno”. Em virtude disso, foi também evidenciada a formação de várias proposições, envolvendo significados conferidos a diversos conceitos. Isto significa, conforme Ausubel (2002) reiterado por Moreira (2003; 2011a), o aprendizado de ideias em forma de proposições, expressas verbalmente pelo aluno, através dos conceitos assinalados anteriormente.

Tanto a aprendizagem conceitual como a proposicional pode ser consequência do uso de um recurso didático potencialmente significativo representado pelo MC. Na elaboração do seu MC, o aluno foi progressivamente diferenciando os conceitos científicos e favorecendo a reconciliação integrativa (NOVAK, 2000; MOREIRA, 2010). O processo de aprendizagem tornou-se ainda mais evidente quando ressaltou: *“falta falar do final... gente! Aqui professora... Terra tem satélite... o satélite do planeta Terra é a Lua... a Lua tem movimento igual ao da Terra... rotação e translação... só que os dois são juntos... no mesmo tempo... da Terra não... na Terra é tempo diferente... sei muitas coisas da Lua também... tem dois tipos de satélite, o natural que é a Lua... e artificial que é o Sputnik... os dois eu coloquei como exemplo de satélite no mapa...”*

Devido aos significados atribuídos às relações conceituais estruturadas nos seus MCs, compartilhados em sala de aula com os colegas e o professor, podemos observar que o conhecimento revelado pelos alunos convalida a categoria de *Maior amplitude*, na qual os alunos 32A e 30A foram inseridos devido as notas obtidas nas avaliações AD e AP. Naturalmente, os MCs se mostraram ferramentas úteis para revelar a aprendizagem dos alunos, em conjunto com os comentários destes sobre o mapa, embora não possamos afirmar que toda a aprendizagem decorreu do uso do MC. Porém, a aprendizagem do grupo experimental tornou-se mais evidente e foi possível de ser compartilhada de forma mais dinâmica.

4.3 Discussão e considerações sobre a análise dos MCs

De fato, o MC, utilizado como recurso didático atuou de forma favorecer a realização de conexões *não-arbitrárias* e *não-literais* de ideias com a estrutura cognitiva do aluno. Quando a estrutura cognitiva é portadora de significado lógico, bem como, possuidora de algumas ideias ancoradas sobre conceitos relevantes da matéria de ensino, com as quais é capaz de relacionar, originam-se significados verdadeiros sobre os conceitos científicos para o aluno (AUSUBEL, 2002). Nesse caso, dificilmente a construção dos significados diverge dos estabelecidos para a matéria de ensino. Isso oferece indicações de o MC é capaz de contribuir para a aprendizagem de conceitos científicos relacionados a temas astronômicos, promovendo a atribuição de novos significados.

Embora a apresentação dos alunos revele evidências de aprendizagem, em alguns pontos das explicações observamos indefinições conceituais. Isso ocorre quando o aluno apropria de expressões inadequadas ou divergentes da matéria de ensino. Por exemplo, o aluno 32A utilizou o termo Xena para se referir ao planeta-anão Éris. Além disso, comparou um planeta-anão com um tipo de asteroide, já o aluno 31A, no seu primeiro MC fez observações inadequadas quanto ao gás Hélio, presente no Sol. Por outro lado, devemos compreender que nem sempre os significados atribuídos pelos alunos são aceitos no contexto da matéria de ensino, conforme observa Novak e Gowin, 1999, Mendonça, Lemos e Moreira (2010). Lembramos que “Xena” é o nome popular atribuído a Éris e os nomes populares são mais acessíveis aos alunos. Nesse caso, aproximar os alunos dos conceitos científicos determinados pela matéria de ensino, envolve muita negociação de significados e o processo pode ser demorado.

Afinal significar acontecimentos ou objetos referentes ao conteúdo da matéria de ensino não é uma tarefa trivial, depende, conforme concepção de Novak e Gowin (1999), do que o aluno já sabe sobre tal acontecimento ou objeto que o leva a estabelecer rótulo (conceitos) para regularidades da experiência vivida, normalmente, provenientes de suas ações pessoais e idiossincráticas. Com a intervenção realizada passamos a entender que o aprendizado dos conceitos de Astronomia envolve, não apenas, a relação pessoal do aluno envolta de sua idiossincrasia, mas também com o instrumento de ensino utilizado, que julgamos apresentar significado potencial para o aluno e contribuiu com a aprendizagem conceitual almejada durante o processo de ensino. Porém, ao promover situações de ensino utilizando um instrumento como o MC, devemos ter em mente que a sua estruturação e sua apresentação pelo aluno são indissociáveis.

5. Considerações finais

A partir da análise dos MCs foi possível reconhecer, no conjunto dos mapas e em cada um deles, esforços coletivos por melhor e maior comprometimento dos alunos da turma A, com o recurso didático pedagógico apresentado. A elaboração dos MCs constituiu-se em um conjunto de condições eficazes à construção do conhecimento que não dispensou o exercício da crítica e da criatividade por parte de quem aprende. Nessa perspectiva, o ensino centrado na negociação de significados desafiou os alunos a apresentar novos problemas e exigiu um posicionamento frente a sua realização. Na tentativa de superar os desafios, proporcionados pela elaboração do MC, o aluno revelou fragilidades a serem superadas e potencialidades conceituais inerentes ao processo de ensino aprendido dos temas astronômicos.

No que se refere à potencialidade didática do MC, destacamos a sua capacidade de gerar estímulos para a predisposição à ação, a ressignificação e autocríticas. Por tal razão, podemos argumentar que os MCs elaborados colocaram no centro das discussões uma série de significados atribuídos aos conceitos da matéria de ensino, que ao ser ressignificados caracterizaram-se em acontecimentos particulares e correspondentes aos elementos astronômicos estudados. A ampliação da capacidade de explicação verbal sobre o mapa demonstrou que a compreensão da relação conceitual caracteriza-se por aumento na significação do conceito. Isso representa aprendizagem conceitual, na medida em que a ocorrência de aumento do vocabulário científico estimula a aquisição de novos conceitos.

No contexto da predisposição à ação, o MC é capaz de retratar as tentativas do aluno em realizar relações cruzadas, em apresentar hierarquias verticais em diferentes níveis espaciais e, logo após, transitar do conceito mais inclusivo para o subordinado, a fim de alcançar os conceitos mais específicos. A predisposição à ação é também manifestada na ocorrência da caracterização e ordenamento dos conceitos segundo a sua lógica ou na definição da posição de um termo em relação aos outros, pensados com base na ideia de imagem de algum tipo de objeto, relativo a acontecimentos que caracterizam os conceitos astronômicos já estudados.

Na ação o MC possibilitou a objetivação de ideias que foram compartilhadas, preconizando várias relações válidas para a matéria de ensino, servindo de referência para a evolução da organização estrutural condizente com as relações entre os conceitos, no sentido de formar proposições. As significações conceituais aludidas foram aceitas na matéria de ensino (denotativas) e aquelas manifestadas pela percepção (conotativas) indicam que as regularidades atribuídas aos conceitos devem ser coerentes com o conteúdo específico que lhes confere o sentido científico. A ação perceptiva expressou-se em motivação para estruturar os mapas diferentemente no sentido de dispor adequadamente o que não foi conseguido em um primeiro momento.

A capacidade de gerar autocrítica, também, foi uma tarefa reconhecida pelo MC, quando o aluno manifesta conflitos cognitivos originados durante o compartilhamento de seus significados. Dessa maneira, revela dificuldades em encontrar termos adequados para sustentar suas afirmações e manifesta suas incertezas quanto à validade das relações elaboradas. Coloca em destaque a atitude de *sentir o significado*, sentimentos positivos ou negativos provenientes de seus erros. A identificação dos próprios erros na estruturação do MC tornou-se aspecto positivo na negociação de significados conceituais pertinentes ao conteúdo ensinado e a própria estruturação do MC.

Enfim, o MC quando adotado como recurso potencialmente significativo, em sala de aula da 6ª série (7º ano), provoca uma subversão cognitiva individual e coletiva, gerada pelos obstáculos/desafios a serem superados durante a sua elaboração e apresentação. O aluno que tem acesso a esse recurso é instado à superação, justamente no momento em que se encontra preparado para receber o conhecimento passivamente pelo professor. Os conflitos/obstáculos são representados em seu mapa, tornando-o diferenciado quanto a fragilidades e potencialidades. Por tudo isso, o recurso facilita a aprendizagem significativa. Se a pretensão do ensino for esse tipo de aprendizagem, esse estudo e outros realizados no ensino fundamental para diferentes temas convalidam o uso do MC no ensino fundamental para o aprendizado significativo de temas relativos à Astronomia.

Agradecimentos

Aos meus alunos do Ensino Fundamental, público alvo da investigação, razão do meu aperfeiçoamento na busca constante por um ensino cada vez melhor. A Profª. Dra. Ester Myriam Rojas Osorio pela revisão do *resumen* e aos pareceristas da RELEA pelas contribuições que resultaram na melhoria do artigo.

Referências

- AUSUBEL, D. P. **Adquisición y Retención del Conocimiento**: Una perspectiva cognitiva. Barcelona: Paidós, 2002.
- CARVALHO, A. M. P. Uma metodologia de pesquisa para estudar os processos de ensino e aprendizagem em salas de aula. In: Flávia M. Teixeira dos Santos; Ileana M. Greca (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil e suas metodologias**. Ijuí: Unijuí, 2006, p. 13-48.
- CAMILOTTI, F; BRINATTI, A. M; BORGES, J.; RUTZ, S. L. Mapas Conceituais como Organizadores Prévios: Experiência no Ensino Fundamental II In: **Proceedings of the Sixth International Conference on Concept Mapping**. Santos, Brazil, v. 3, Sept., 2014, p. 665-669. Disponível em <<http://cmc.ihmc.us/cmc/CMCProceedings.html>>. Acessado em: 30 out. 2014.
- CARRASCOSA, J.; GIL-PÉREZ, D.; SOLBES, J.; VILCHES, A. Tierra y Cielos: ¿dos Universos separados? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 2, 2005, p. 49-74. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea>>. Acessado em: 13 mar. 2010.
- CAVALHEIRO, S. P.; WANMACHER, C. M. D.; DEL PINO, J. C. Desenvolvendo significados a partir de mapas conceituais numa proposta de monitoria em ciências no ensino fundamental. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v.3, n.1, p. 47-55, 2013. Disponível em: <http://www.if.ufgs.br/asr/artigos/Artigo_ID43/v3_n1_a2013.pdf>. Acessado em: 17 jan. 2014.
- DARROZ, L. M.; ROSA, C. T. W; ROSA, A. B.; PÉREZ, C. A. S. Mapas Conceituais como recurso didático na formação continuada de professores dos primeiros anos do ensino fundamental: um estudo sobre conceitos básicos de astronomia. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Tecnologia**, v.6, n.3. set/dez, 2013. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/index>>. Acessado em: 20 jan. 2014.
- FERRACIN, T. P.; CERVIGNE, N. S.; KLEIN, T. A. S. Construção Significativa em Ciências: trabalhando com Mapas Conceituais. In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, v.5, nov/dez. 2005, p. 617. Disponível em: <<http://www.nutes.ufjf.br/abrapec/venpec/>>. Acessado em: 14 out. 2012.
- GOWIN, D. B.; ALVAREZ, M. C. **The Art of Educating with V Diagrams**. New York: Cambridge University Press, 2005, p. 215-219.
- KINCHIN, I. Concept mapping and the fundamental problem of moving between knowledge structures. **Journal for Educators, Teachers and Trainers**, v.4, n.1, 2013, p. 96-106.
- LAVILLE, C.; DIONNE, J. **A Construção do Saber**: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas. Porto Alegre: Artmed, 1999.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. Terra e Universo: olhando para o céu. In: São Paulo (Estado). **Caderno do professor**. Ciências: ensino fundamental. 6ª série 1º bimestre. São Paulo: SEE, 2008, p. 7-39.

MATEUS, W. D.; COSTA, L. M. A utilização de mapas conceituais como recurso didático no ensino de ciências naturais. **Revista Eletrônica de Ciências da Educação**, v.8, n.2, nov. 2009. Disponível em: <<http://revistas.facecla.com.br/index/reped>>. Acessado em: 14 dez. 2012.

MENDONÇA, C. A. S.; LEMOS, E. S.; MOREIRA, M. A. Mapas Conceituais e o Ensino do tema Água em classe multisseriada de séries iniciais do Ensino Fundamental. In: **Actas III Encuentro Internacional sobre Investigación en Enseñanza en Ciencias**. Burgos, España, v.3. 2010, p. 355-371. Disponível em: <<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3435259>>. Acessado em: 15 jul. 2012.

MENDONÇA, C. A. S.; SILVA, A. M.; PALMERO, M. R.L. Uma experiência com mapas conceituais na educação básica em uma escola pública municipal. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 2, n.2, 2007, p. 37-56.

MOREIRA, M. A.; ROSA, P. R. S. Pesquisa em Ensino: aspectos metodológicos. In: **Actas del PIDEC**: Textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ciências da Universidade de Burgos. Porto Alegre: UFRGS, 2007, v. 9, p. 03-55.

MENEZES VILLAGRÁ J. A. La evaluación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. In: **Actas del PIDEC**: textos de apoio do Programa Internacional de Doutorado em Ensino de Ciências da Universidade de Burgos. Porto Alegre: UFRGS, 2001, v. 3, p. 91-125.

MOREIRA, M. A.; VEIT, E. A. **Fidedignidade e Validade de testes e questionários**. Texto de Apoio preparado para a disciplina de Pós Graduação: Bases Teóricas e Metodológicas para o ensino superior. Instituto de Física, UFRGS, 2007.

MOREIRA, M. A. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Editora da UnB, 2006.

MOREIRA, M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2011a.

MOREIRA, M. A. La teoría del aprendizaje significativo de David Ausubel. In: **Aprendizaje significativo**: fundamentación teórica y estrategias facilitadoras. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

MOREIRA, M. A. **Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa**. São Paulo: Centauro, 2010.

MOREIRA, M. A. **Metodologias de Pesquisa em Ensino**. São Paulo: Editora da Livraria da Física, 2011b.

MOREIRA, M. A.; GRECA, I. M.; RODRÍGUES PALMERO, M. L. Modelos Mentales y Modelos Conceptuales en la Enseñanza & Aprendizaje de Las Ciencias. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. Porto Alegre, RS, v.2, n.3, set./dez. 2002, p. 36-57.

MOTA, D. A.; XAVIER, M. A.; SANTANA T. A. Mapa Conceitual: recurso didático para a aprendizagem das vitaminas. In: **Anais do Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**, São Cristóvão, v.5, Set. 2011.

NOVAK, J. D. **Aprender criar e utilizar o conhecimento**: mapas conceituais como ferramentas de facilitação nas escolas e empresas. Lisboa: Plátano, 2000.

NOVAK, J. D.; GOWIN, D.B. **Aprender a Aprender**. Lisboa: Plátano, 1999.

RODRÍGUEZ, B. L.; CABALLERO SAHELICES, C. Representaciones mentales de profesores de ciencias sobre el Universo y los elementos que incorporan en su estructura en general y los modelos cosmológicos que lo explican. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.5, n.1, Jan/abr. 2005, p. 35-50.

SÃO PAULO (Estado). **Proposta Curricular do Estado de São Paulo**: Ciências. Maria Inês Fini (Coord.) São Paulo: SEE, 2008.

SÃO PAULO (Estado). Sistema de Avaliação de Rendimento Escolar do Estado de São Paulo – SARESP. **Boletim da Escola – nº 005861**. DE Guarulhos-Sul: COGSP, 2007.

SCHÄFER, P. B.; CAÑAS, A. J.; FAGUNDES, L. C.; PRIMO, A. F. T. Impacts of an intervention method mediated by the construction of concept maps in a news production network on students' conceptualization of written language. In: **Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping**, Valletta, Malta, v.2, Sept. 2012, p. 258-265.

SILVEIRA, T. M.; MILTÃO, M. S. R. Temperatura do Universo: uma proposta de conteúdo para estudantes do nível fundamental utilizando mapas conceituais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.5, n.1, p. 97-123, 2010. Disponível em: <www.if.ufrgs.br/eenci>. Acessado em: 18 fev. 2012.

SILVEIRA, F. P. R. A.; MOREIRA, M. A.; SOUSA, C. M. S. G. Aprendizaje Significativo Sobre el Tema Tierra y Universo: el uso de mapas conceptuales como recurso facilitador. In: **Proceedings of the Fourth International Conference Concept Mapping**. Viña del Mar, Chile, v. 1, October. 2010, p. 31-40.

SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUZA, C. M. S. G.; MOREIRA, M. A. Uma avaliação diagnóstica para o ensino da Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 11, 2011, p. 45-62. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea>>. Acessado em: 15 jan. 2012.

SILVEIRA, F. P. R. A.; SOUSA, C. M. S. G.; MENDONÇA, C. A. S. The Concept Map as a Teaching Resource in the Construction of Astronomy Concepts. In: **Proceedings of the Fifth International Conference on Concept Mapping**. (Concept Maps: Theory, Methodology, Technology) Valletta, Malta, v.2, 2012, p. 188-195.

SILVEIRA, F. P. R.S.; MENDONÇA, C. A. S. O Mapa Conceitual Como Recurso Didático Facilitador da Aprendizagem Significativa de Conceitos Científicos do Tema “Propriedades da Matéria”: Um Estudo com Alunos do Ensino Fundamental. In: **Proceedings of the Sixth Internacional Conference on Concept Mapping**. Santos, Brazil, v. 2, Sept. 2014, p. 379-388. Disponível em: <<http://cmc.ihmc.us/cmc/CMCProceedings.html>>. Acessado em: 30 out. 2014.

ANEXO A

Questões	Referências	Indicador de Aprendizado
<p>1 - O que existe no Céu? 2 - O que você já viu no Céu? 3 - Dentre as coisas que você já viu no Céu, qual gostaria de ver com mais detalhes? 4 - Desenhe o Céu durante o dia. Desenhe o Céu durante a noite.</p>	Observação do Céu	1- Identificar elementos astronômicos e diferenciá-los dos demais.
<p>5 - O Sol está presente no Céu somente durante o dia? Por quê? Onde está o Sol à noite? 7 - Para onde vão a Lua e estrelas durante o dia? 12- Caso a Lua se movimenta como é esse movimento?</p>	Localização e movimentação do Sol e da Lua.	2- Identificar o movimento aparente do Sol e da Lua usando a terminologia científica.
<p>6- A Lua e as estrelas estão presentes no Céu somente durante a noite? Por que?</p>	Presença da Lua e das estrelas no Céu.	3- Identificar a presença da Lua e das estrelas no Céu.
<p>8 - Qual dos objetos que você desenhou na questão quatro está mais longe da superfície da Terra?</p>	Distância entre a Terra e os astros.	4- Identificar distância astronômica.
<p>9 - De que lado o Sol surge? De que lado ele se põe? 13 - De que lado surge a Lua? De que lado ela se põe?</p>	Nascente e poente do Sol e Lua.	5- Fazer uso de pontos cardeais para localização.
<p>10 - Onde está o Sol em relação à sala de aula? Às 9 horas? Ao meio-dia? Às 15 horas?</p>	Posição do Sol em relação a um ponto de referência.	6 - Fazer uso de ponto referência para descrever a posição do Sol.
<p>11 - A Lua se movimenta no Céu? Explique</p>	Movimento da Lua.	7- Observar e identificar a regularidade do movimento da Lua.
<p>14 - Desenhem nos quadros abaixo as fases da Lua.</p>	Fases da Lua	8- Identificar as fases da Lua.
<p>15 - O que são constelações?</p>	Definição de constelação	9- Compreender o significado do termo constelação.
<p>16 - Você conhece alguma constelação e sabe identificá-la no céu?</p>	Exemplos de constelações.	10- Identificar e dar exemplos de constelações.
<p>17 - Desenhe o Sistema Solar. Denomine todos os elementos do Sistema Solar desenhado por você.</p>	Sistema Solar.	11- Representar e denominar os elementos do Sistema Solar.
<p>18 - Como é gerada a luz do Sol?</p>	Formação de a luz solar.	12- Compreender como ocorre e aplicar conceitos científicos para explicar o fenômeno.
<p>19 – Qual o planeta mais próximo do Sol? Qual o planeta mais distante do Sol?</p>	Planeta mais próximo e mais distante do Sol.	13- Ter visão espacial e identificar e comparar o planeta mais próximo e mais distante do Sol.
<p>20 - Em relação ao planeta mais próximo, qual a distância entre ele e o Sol. Em relação ao planeta mais distante, qual a distância entre ele e o Sol.</p>	Distância dos planetas em relação ao Sol.	14- Estimar com resultado aproximado a distância entre os astros.

Quadro 1 - Questões de coleta de dados (AD e AP) agrupadas por indicador de aprendizagem e referências.

A FORMA E OS MOVIMENTOS DA TERRA: PERCEPÇÕES DE PROFESSORES ACERCA DAS RELAÇÕES ENTRE OBSERVAÇÃO COTIDIANA E OS MODELOS CIENTÍFICOS

*Flávia Polati Ferreira*¹
*Cristina Leite*²

Resumo: A forma e os movimentos da Terra são alguns dos assuntos mais presentes em documentos oficiais e pesquisas em educação em astronomia. Grande parte das propostas de ensino destes temas os sugerem junto a aspectos da astronomia observacional. Diante disso, neste trabalho apresentamos alguns dos principais resultados de uma pesquisa que investigou as percepções de professores acerca das relações entre o conhecimento oriundo da observação e os modelos científicos atualmente aceitos sobre os temas “forma e movimentos da Terra”. Os dados analisados foram obtidos durante a aplicação de uma proposta didática, em um curso de extensão universitária para formação continuada de professores de São Paulo, estruturada a partir da dinâmica dos Três Momentos Pedagógicos e guiada por algumas das ideias centrais do educador Paulo Freire. Os resultados indicam que uma pequena parte dos professores parece compreender as relações de “contradição aparente” e “limitação” fazendo o uso de conceitos da espacialidade e muitos argumentaram essas relações com base apenas em frases vagas ou “chavões”, desconexos à problematização proposta. As dificuldades dos professores em relacionar elementos da observação com os modelos científicos parecem indicar uma necessidade de abordar aspectos da observação junto ao conhecimento astronômico na formação continuada de professores.

Palavras-chave: Forma da Terra; Movimentos da Terra; Paulo Freire; Três momentos pedagógicos; Formação continuada de professores.

LA FORMA Y LOS MOVIMIENTOS DE LA TIERRA: PERCEPCIÓN DE PROFESORES ACERCA DE LAS RELACIONES ENTRE OBSERVACIÓN COTIDIANA Y MODELOS CIENTÍFICOS

Resumen: La forma y los movimientos de la Tierra son algunos de los temas con mayor presencia en los documentos oficiales y en las investigaciones en educación en Astronomía. Gran parte de las propuestas de enseñanza de estos temas sugieren trabajar aspectos de la Astronomía observacional. De acuerdo con lo expuesto, en este trabajo presentamos algunos de los principales resultados de una investigación sobre las percepciones de los profesores acerca de las relaciones entre el conocimiento construido a partir de la observación y los modelos científicos actualmente aceptados de los temas “forma y movimientos de la Tierra”. Los datos analizados fueron obtenidos durante el desarrollo de una propuesta didáctica estructurada a partir de algunas de las ideas centrales del educador Paulo Freire y de la dinámica de los Tres Momentos Pedagógicos que deriva de las mismas. La propuesta fue implementada en un curso de extensión universitaria para formación continua de profesores en la ciudad de São Paulo. Los resultados indican que una pequeña parte de los profesores parece comprender las relaciones de “contradicción aparente” y “limitación” con relación a los conceptos de espacialidad, mientras que una gran mayoría explicó tales relaciones con frases vagas o “lugares comunes”, sin relación directa con la problematización propuesta en el curso. Las dificultades de los profesores en relacionar la observación con los modelos científicos parecen indicar la necesidad de abordar los distintos aspectos de la actividad de observación junto con el conocimiento astronómico en la formación continua de profesores.

Palabras clave: Forma de la Tierra; movimientos de la Tierra; propuesta didáctica; Tres momentos pedagógicos; formación continua de profesores.

¹ Doutoranda do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências – Universidade de São Paulo. E-mail: <flaviapolati@gmail.com>.

² Docente do Departamento de Física Experimental – Instituto de Física – Universidade de São Paulo. E-mail: <crismilk@if.usp.br>.

THE EARTH'S SHAPE AND MOVEMENTS: TEACHERS' PERCEPTION OF THE RELATIONS BETWEEN DAILY OBSERVATION AND SCIENTIFIC MODELS

Abstract: The Earth's shape and movements are some of the most common issues in official documents and research studies of astronomy education. Many didactic proposals suggest these issues within observational astronomy. Therefore, we present in this paper some of the main results of a research study of the teachers' perception of the relations between the knowledge from daily observation and scientific models currently accepted about the "earth's shape and movements". Data were obtained in application of the didactic proposal during a teacher training course for teachers from São Paulo, have been constructed with the dynamics "Three Pedagogical Moments" and guided by some of the central ideas of the educator Paulo Freire. The results indicate that a small proportion of teachers seem to understand some of the relations of "apparent contradictions" and "limitations" with the concepts of spatiality, and many of them argued based only on vague phrases or "buzzwords", unconnected to the problem explored. The difficulties of teachers to relate elements of daily observation with scientific models seem to indicate a necessity to approach some these aspects with the astronomical knowledge in the teacher training courses.

Keywords: Earth's Shape; Earth's movements; Paulo Freire; Three pedagogical moments; Teacher training course.

1. Apresentação

O Sistema Solar é um dos temas da astronomia mais presente nos documentos oficiais nacionais e estaduais, tanto nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) (BRASIL, 1998) quanto na Proposta Curricular do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2008). Entretanto, isso não garante que esses temas sejam abordados em sala de aula.

Dentre os principais conteúdos presentes em artigos de Ensino de Astronomia, destacam-se os temas forma da Terra, seu campo gravitacional e rotação, órbitas planetárias e a astronomia observacional (MARRONE JUNIOR; TREVISAN, 2009). Langhi (2009, p.212) denominou "astronomia essencial" aqueles conceitos comumente encontrados tanto em artigos da área quanto nos principais documentos oficiais, sendo eles: forma da Terra, campo gravitacional, dia e noite, fases da Lua, órbita terrestre, estações do ano e astronomia observacional.

A dificuldade de crianças e professores em compreender algum dos temas da astronomia é relatada por inúmeros trabalhos. A percepção da Terra como planeta, por exemplo, foi investigada por inúmeros trabalhos desde a década de 70, como o de Nussbaum e Novak (1976), Mali e Howe (1979), Baxter (1989), Vosniadou e Brewer (1992), Nardi e Carvalho (1996), Bisch (1998), Leite (2002), Nobes et al. (2003), entre outros. No universo dos estudantes, o formato da Terra também é representado com uma divisão em dois hemisférios, o inferior - que apresenta uma superfície plana feita de terra e rochas onde seria a "morada" dos seres vivos, e o superior - constituído do ar e do céu (NUSSBAUM; NOVAK, 1976; MALI; HOWE, 1979). Já no universo dos professores, por sua vez, nosso planeta é muitas vezes representado na forma "arredondada", com um exagerado achatamento nos polos, onde seria nosso local de morada, ou então se assemelhando a um planisfério (BISCH, 1998; LEITE, 2002).

Outro quesito importante para a construção da forma esférica da Terra está associado à noção de gravidade. Alguns resultados indicam que estudantes e professores

que concebem a Terra na forma esférica apresentam ainda dificuldades em localizar nosso planeta no espaço e representar a direção da gravidade corretamente (NUSSBAUM; NOVAK, 1976; NARDI; CARVALHO, 1996; CAMINO, 2006).

Ao sugerir assuntos da “astronomia essencial” que poderiam balizar a escolha desses conteúdos em cursos para a formação de professores, Langhi e Nardi (2010, p.213) chamam principalmente nossa atenção para a ampla presença do tema astronomia observacional em grande parte dos documentos pesquisados. Ao analisar os PCNs de Ciências para o Ensino Fundamental II (BRASIL, 1998), Soler (2012, p.129) verificou que os temas “Astrometria e Observação da Esfera Celeste” e “Sistema Terra-Lua-Sol” são os que mais se destacam.

Na Proposta Curricular do Estado de São Paulo de Ciências para o Ensino Fundamental II (SÃO PAULO, 2008) há propostas de atividades de astronomia que abordam explicitamente atividades de observação do céu em *Situações de Aprendizagem* (SA) na 5ª série (apenas uma SA) e na 6ª série (cinco SAs) (SOLER, 2012, p.126). No entanto, para o caso da forma da Terra, grande parte das atividades propunha o uso de modelos tridimensionais com bolas de isopor e lanternas. Há uma escassez de propostas de observação direta junto a este tema (FERREIRA, 2013, p. 54).

Alguns dos eventos cotidianos e regularidades astronômicas percebidas através da observação do céu sempre foram objetos de indagação e busca de conhecimento pelo homem. A observação dos astros, em diferentes épocas, auxiliou o homem em diversos momentos de sua existência a encontrar explicações sobre a forma do planeta e sua posição no Universo, por exemplo (LIVI, 1990, p.9).

Dessa forma, o papel das atividades de observação do céu tanto como elemento motivador quanto estruturante do conhecimento astronômico vem sendo destacado por diversas pesquisas em educação em astronomia. Sendo a astronomia uma ciência relacionada intimamente com a atividade de observação do céu, a presença de elementos básicos oriundos da observação deveria ser contemplada no ensino desta ciência (CANIATO, 1973; LANGHI; NARDI, 2010; KLEIN et. al., 2010; KANTOR, 2012).

Embora encontremos nos documentos nacionais e na literatura da área a importância de se abordar os conhecimentos básicos de observação do céu, há diversos problemas que permeiam o uso efetivo dessas atividades na formação de professores, tais como: a quase ausência de astronomia na formação inicial; a praticamente ausência de atividades de observação do céu em cursos de formação continuada; a resistência dos professores em abandonar o conhecimento livresco, pronunciados através de afirmações sem profundidade (BRETONES, 2006; LANGHI, 2009).

Além disso, alguns conceitos da astronomia necessitam de conhecimentos que vão além das informações divulgadas pelos livros didáticos ou mídia em geral. Muitos deles envolvem abstrações para interpretar as relações entre o que se observa e o que nos diz o modelo científico (SEBASTIÁ, 2004), o que envolve um conhecimento espacial que vai além da representação de figuras em duas dimensões (LEITE, 2006).

Uma dificuldade inerente ao conhecimento astronômico, por exemplo, se deve à natureza da observação, visto que nossa percepção do céu é limitada, pois observamos grande parte dos fenômenos e objetos astronômicos apenas em duas dimensões. Uma das possibilidades de se perceber a terceira dimensão através da observação direta do

céu, por sua vez, seria a partir do movimento do observador ao viajar pelo universo e se movimentar ao redor dos astros (LEITE; HOSOUME, 2009).

Outro aspecto importante que tange o conhecimento astronômico são as contradições aparentes, que podem surgir ao compreendermos as relações entre o que observamos no céu e os modelos astronômicos atualmente aceitos. Os PCNs sugerem a abordagem deste aspecto junto com o conhecimento astronômico como uma interessante estratégia para promover uma completa interpretação do movimento aparente do Sol:

Certamente os alunos manifestam a contradição entre o que observam no céu - o movimento do Sol tomando-se o horizonte como referencial - e o movimento de rotação da Terra, do qual já tiveram notícia. As dúvidas dos alunos, contudo, podem ser o ponto de partida para se estabelecer uma nova interpretação dos fenômenos observados. (BRASIL, 1998, p. 62).

Essas dificuldades, por sua vez, se somam a um ensino de astronomia permeado por inúmeros “chavões”, frases prontas desprovidas de significados ou relações com elementos observacionais ou mais profundos do conhecimento astronômico (BISCH, 1998). Bisch (1998, p. 235) encontrou nas falas de professores inúmeros chavões, como por exemplo, ao dizer serem os movimentos da Terra “rotação e revolução” e ao serem questionados o que são rotação e revolução, respondiam serem os movimentos da Terra.

Embora haja avanços e entraves, uma das ações necessárias para o ensino e a pesquisa em educação em astronomia envolve pensar, elaborar e oferecer cursos para a formação continuada de professores, em que a escolha dos conteúdos prezaria por abordar ao menos assuntos da “astronomia essencial”, através de diferentes estratégias didáticas, mas com forte ênfase em aspectos observacionais (LANGHI, 2009, p.315).

Diante desse cenário, o presente trabalho visa apresentar alguns dos resultados da aplicação de uma proposta didática para a formação continuada de professores em astronomia que teve como objetivo central promover um diálogo entre os elementos da observação vivenciáveis em nosso cotidiano com os modelos científicos atualmente aceitos para os temas forma e movimentos dos planetas do Sistema Solar. Esta proposta se fundamentou em elementos centrais da pedagogia de Paulo Freire e seguiu a dinâmica dos *Três Momentos Pedagógicos* (3MP), que apresentamos na seção seguinte.

2. Elementos da pedagogia de Paulo Freire e os Três Momentos Pedagógicos

Como oposição ao ensino tradicional, marcado pelo predomínio de ações do professor “falando sobre os conteúdos” e os alunos os recebendo passivamente, o educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997) defendeu em sua obra uma educação problematizadora e dialógica, onde o processo de ensino-aprendizagem deva ser realizado pelo professor *com* o aluno, em contrapartida à educação “bancária” - aquela realizada *sobre* o aluno.

Para Freire, o conhecimento seria uma entidade dinâmica: não se trata de uma aquisição que *foi*, mas de uma conquista que *está sendo*. Conhecer remete a questionar, repensar e atuar, dada a existência atuante transformadora do homem:

Conhecer, na dimensão humana, que aqui nos interessa, qualquer que seja o nível em que se dê, não é o ato através do qual um sujeito, transformado em objeto, recebe, dócil e passivamente, os conteúdos que outro lhe dá ou impõe. O conhecimento, pelo contrário, exige uma presença curiosa do sujeito em face do mundo. Requer sua ação transformadora sobre a realidade. Demanda uma busca constante: Conhecer é tarefa de sujeitos, não de objetos. E é como sujeito e somente enquanto sujeito, que o homem pode realmente conhecer. (FREIRE, 1988, p. 27).

A problematização do conhecimento científico, no sentido de apresentar um problema desafiador à busca de respostas, é condição fundamental no processo de ensino-aprendizagem:

Na verdade, nenhum pensador, como nenhum cientista, elaborou seu pensamento ou sistematizou seu saber científico sem ter sido problematizado, desafiado. Embora isso não signifique que todo homem desafiado se torne filósofo ou cientista, significa, sim, que o desafio é fundamental à constituição do saber. (FREIRE, 1988, p. 54).

É levando em conta que o ser humano é um ser inconcluso, numa constante busca pelo saber em sua essência, que a *curiosidade ingênua*, associada ao saber de senso comum, pode se tornar *curiosidade epistemológica* (FREIRE, 1996, p. 14-5). Educar pela problematização envolve trazer à tona os problemas que surgem da curiosidade ingênua e com ele promover o diálogo e uma criticidade, que transformará tanto as concepções dos educandos quanto a dos educadores, em curiosidade epistemológica.

Em seu livro *Extensão ou Comunicação?* (FREIRE, 1988), Freire discute o sentido da atividade de extensão na relação entre agrônomos e camponeses no contexto das discussões sobre o aumento da produtividade na agricultura. Neste âmbito, Freire traça uma discussão crítica e condena a ação extensionista do agrônomo perante o agricultor, na qual, o agrônomo seria o detentor do conhecimento que se lança do contexto da produção do conhecimento para fazer uma extensão do mesmo ao agricultor.

Ao fazer uma analogia entre as relações agrônomo/agricultor e professor/aluno, é possível discutir alguns dos sentidos e objetivos da atividade de extensão de um curso de *extensão universitária* (nosso contexto de atuação e proposta). Na década de 30, a extensão era vista como uma via de mão única, onde é flagrante a extensão do conhecimento da universidade, “que desconhecendo a cultura e o saber popular, apresentava-se como detentora de um saber absoluto, superior e redentor da ignorância” (SERRANO, 2011), para o público fora dos muros da academia. Na década de 70, “falava-se em realimentação, mão dupla, retroalimentação e outras terminologias similares que, na realidade, propiciaram a incorporação do sentido de comunicação ao extensionismo” (ROCHA, 2001).

De fato, se o conhecimento é tido, no senso comum, como objeto passível de posse e transporte, desconectado de elementos vivenciáveis pelos sujeitos, e se isso implica uma postura pedagógica tipicamente tradicional e extensionista, não é insensato partir da hipótese de que o mesmo se dê nos cursos de extensão universitária (FERREIRA; HENRIQUE; GAMA, 2011).

Assumindo um contexto em que muitos cursos de formação de professores que se dão como atividades de extensão universitária são freireanamente extensionistas, cabe questionarmos: Em que medida (e de que formas) podemos pensar uma extensão universitária dialógica que não somente estende seus conhecimentos, mas dialoga com os conhecimentos vivenciáveis e passíveis de curiosidade dos professores?

Numa tentativa de romper com a extensão em um curso de formação continuada de professores e elaborar uma proposta nos temas de astronomia que seguisse algumas ideias centrais da pedagogia de Paulo Freire, utilizamos como guia para estruturação das atividades a dinâmica dos “*Três Momentos Pedagógicos*” (3MP).

Esta dinâmica surgiu na década de 70, a partir da reflexão de um grupo de pesquisadores do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, no contexto da apropriação dos aspectos da pedagogia freireana nos projetos de ensino de Ciências. As primeiras tentativas de incorporação se deram em um projeto para as 5ª e 6ª séries do ensino fundamental na Guiné-Bissau e, posteriormente, foi desenvolvido também no Rio Grande do Norte e em São Paulo (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010).

Desta maneira, adotamos a dinâmica dos 3MP para a construção das atividades de forma a garantir no curso um constante diálogo entre o conhecimento oriundo da observação vivenciável no cotidiano com os conhecimentos e modelos astronômicos atualmente aceitos para os temas forma e movimentos dos planetas. Os 3MP podem ser explicitados, resumidamente, como: 1) *Problematização inicial*; 2) *Organização do conhecimento*; 3) *Aplicação do conhecimento* (DELIZOICOV, 1983).

A *problematização inicial* (PI) propõe que se parta do conhecimento vivencial dos estudantes, podendo ser expostos em discussões em pequenos grupos, para posteriormente serem levados para uma discussão num grande grupo. O papel do professor é questionar, provocar a dúvida e gerar interesse pela discussão. O objetivo é que os estudantes sintam a necessidade de novos conhecimentos.

Como evidencia Muenchen (2010), após reformulações da proposta inicial, houve uma mudança do que se entende pelo primeiro momento pedagógico proposto desde sua primeira concepção, com os projetos desenvolvidos em Guiné-Bissau e no Rio Grande do Norte. A proposta inicial para o primeiro momento consistia em partir de um “tema gerador”, extraído a partir de uma investigação temática com a comunidade, que guiaria a problematização e faria a relação com o conhecimento vivenciado pelos alunos. Após reformulações, os autores ampliaram as perspectivas ao propor uma problematização inicial estruturada a partir dos conceitos científicos:

De fato, essa mudança na proposta de uso do primeiro momento está relacionada às diferentes perspectivas didático-pedagógicas que embasam as proposições oriundas dos três projetos anteriores e a do projeto do qual o livro é parte integrante (Coleção Magistério). [...] As alterações dizem respeito, sobretudo, às diferenças existentes entre uma abordagem conceitual e uma abordagem temática. (MUENCHEN, 2010, p.136).

Niemeyer, Araujo e Muenchen (2014) ainda nos mostra que, atualmente, há diversos trabalhos na literatura nacional que realizaram propostas didáticas embasadas na dinâmica dos 3MP e optam por uma abordagem conceitual. De acordo com as autoras, ainda que a abordagem conceitual represente certo híbrido da proposta inicial, tais trabalhos contemplam aspectos da pedagogia freireana e propõem estratégias que visam romper com a prática “bancária” na educação (NIEMEYER; ARAUJO; MUENCHEN 2014, p.5).

Com isso, após reformulações, o momento de problematização pode ser estruturado tanto a partir de um tema gerador, obtido pela *investigação temática* com os alunos e a comunidade, quanto a partir de uma *abordagem conceitual*, em que a organização se dá a partir dos conceitos científicos apresentados, através de um problema a ser resolvido (DELIZOICOV, ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

A segunda etapa dos momentos pedagógicos tem como objetivo a *organização dos conhecimentos* (OC), em que os temas selecionados são aprofundados a partir dos questionamentos iniciais, que poderiam a princípio ser desestruturados, para posteriormente construir o conhecimento científico. Neste segundo momento, o conhecimento científico não é exposto de maneira estancada, com fim em si mesmo, mas correlacionado com o problema inicial, mantendo-os envolvidos no trabalho de aquisição do conhecimento:

Ou seja, introduz-se a ideia de que a intenção é que o conhecimento científico está colocado na perspectiva de compreensão da problematização e do tema, e não como um fim em si mesmo. Para desenvolver esse momento, o professor é aconselhado a utilizar como recurso diversas técnicas de ensino, tais como: estudo em grupo, seminários, visitas e excursões. (MUENCHEN, 2010, p. 137).

No terceiro momento, a *aplicação do conhecimento* (AC), os conceitos problematizados são retomados através de uma síntese, ou aplicados em novas situações que exijam todos os conhecimentos trabalhados, em que:

Constata-se um retorno para a discussão do que é proposto inicialmente no primeiro momento, ou seja, um retorno às questões iniciais assim como a proposição de novas questões que possam ser respondidas pela mesma conceituação científica abordada no segundo momento, na intenção de transcender o uso do conhecimento para outras situações que não apenas a inicial. (MUENCHEN; DELIZOICOV, 2010, p. 6).

Em nossa proposta, em função das limitações de carga horária e do contexto em que se desenvolveu, optamos por utilizar uma abordagem conceitual. O principal critério que norteou a escolha das questões da problematização foi um conceito da astronomia que permitisse facilmente trazer à tona problemas de situações reais vivenciadas no cotidiano. Desta forma, concordamos com Niemeyer, Araujo e Muenchen (2014) ao considerar positivas as iniciativas do uso dos 3MP em propostas de ensino que partam de uma abordagem conceitual e assim buscam romper com a prática de educação bancária no ensino, ainda que reconheçamos seus limites por não fazerem o uso de uma abordagem temática.

3. Uma proposta de curso de extensão para a formação de professores

Nesta pesquisa apresentamos um recorte dos resultados de uma dissertação de mestrado de uma das autoras. A escolha dos temas “forma e movimentos da Terra”, através de uma observação baseada nos aspectos vivenciados no cotidiano, se deu em razão da ampla presença destes temas nos PCNs e no Currículo do Estado de São Paulo. Somando a estes fatores, os resultados de algumas pesquisas sobre concepções alternativas de professores e estudantes de diversos níveis e culturas a respeito desses temas nos mostrou a necessidade de se propor uma discussão sobre o caráter esférico de nosso planeta e seus movimentos de rotação e revolução na formação continuada de professores.

Buscando conciliar nossa proposta com as ideias de Paulo Freire, nosso objetivo formativo consistiu em possibilitar um caminho para um ensino-aprendizado a partir da problematização das questões oriundas da *curiosidade ingênua*, muitas delas associadas às observações vivenciadas em nosso cotidiano. Através do diálogo com estas questões, buscamos propiciar um olhar crítico deste conhecimento, rumo a uma *curiosidade epistemológica*, que possibilitasse aos professores tornar compreensíveis as relações entre o conhecimento oriundo da observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para os temas abordados.

Ao seguir a dinâmica dos 3MP, todas as atividades propostas partiram inicialmente de uma problematização da maneira como percebemos alguns elementos da observação vivenciados no cotidiano, seja na forma de questão para reflexão e diálogo ou vivenciado no momento inicial das aulas. A partir deste questionamento, o conhecimento astronômico foi organizado a partir da interpretação dos modelos construídos com bola de isopor, buscando fornecer elementos para esclarecer a problemática inicial. Por fim, a questão inicial de cada atividade era retomada no contexto dos demais planetas do Sistema Solar, numa aplicação do conhecimento trabalhado em outro contexto.

Neste artigo, apresentamos um recorte da proposta como um todo, trazendo as atividades que trataram do tema *forma e movimentos* dos planetas do Sistema Solar (atividades 1 a 12). No contexto dos cursos de extensão realizados pela universidade em que atuamos, nossa proposta se desenvolveu durante uma semana, num período total de 40 horas. Em razão dessas especificidades, foram desenvolvidas em sala de aula 16 atividades (de cerca de 1 hora e 30 minutos), uma visita externa ao “Observatório Abraão de Moraes” (localizado em Valinhos-SP) e duas observações do céu noturno a olho nu e com o auxílio de telescópios.

A primeira atividade iniciou com uma *problematização inicial* (PI) sobre a maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar a partir de um referencial terrestre. As atividades 2 a 5 buscaram uma *organização do conhecimento* (OC) e trabalharam os argumentos e as justificativas para a esfericidade dos planetas e quais as consequências disso, discutindo as maneiras como representamos o local em que vivemos na Terra (atividade 2), como percebemos a ação da gravidade terrestre (atividade 3) e como percebemos a iluminação terrestre em diferentes regiões (atividade 4 e 5). Por fim, a atividade 6 (seis) se deu como *aplicação do conhecimento* (AC) em que foi feita uma síntese do que foi discutido nas atividades anteriores através de um debate do tipo *Júri Simulado*, retomando a questão central “a Terra é plana ou

esférica?”. Na Tabela 1 evidenciamos a estrutura geral das atividades do tema “forma dos planetas”.

Momento Pedagógico	Número da Atividade: Título	Objetivos
1º	1: Como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar?	Problematizar a maneira como observamos a forma dos planetas do Sistema Solar
2º	2: O que significa morar em um planeta? 3: Ações da gravidade nos planetas 4: Incidência dos raios solares nos planetas 5: O “globo terrestre paralelo”	Aprofundar os conhecimentos acerca da forma dos planetas analisando as incidência dos raios solares e as ações da gravidade nos planetas
3º	6: Visões de mundo - “A Terra é plana ou esférica?”	Sintetizar os conhecimentos das atividades anteriores respondendo uma questão central

Tabela 1 - Atividades do tema “Forma dos planetas” estruturadas nos 3MP.

No tema movimentos dos planetas, as atividades 7 (sete) e 11 (onze) apresentaram momentos de *problematização inicial* (PI), acerca da maneira como observamos os movimentos de rotação e revolução da Terra, através da análise dos movimentos aparentes do Sol.

As atividades 8 (oito) e 9 (nove), por sua vez, representaram momentos de *organização do conhecimento* (OC), com um estudo detalhado sobre como percebemos os fenômenos que envolvem os movimentos da Terra, como é o caso do dia e da noite (explorando o movimento de rotação) e das estações do ano (explorando o movimento de revolução).

A atividade 10 (dez) também representou um momento de organização e aprofundamento de noções de observação do céu realizada no *Observatório Abraão de Moraes*.

Por fim, a atividade 12 (doze) realizou a *aplicação do conhecimento* (AP) trabalhado nas atividades anteriores, com o debate do “Júri Simulado”, como forma de os professores utilizarem os argumentos e exemplos vistos nas atividades anteriores para defender uma posição acerca de uma questão central “A Terra quem se move em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra?”.

Na Tabela 2 apresentamos uma síntese com a estrutura geral das atividades que trataram do tema movimentos dos planetas.

Momento Pedagógico	Número da Atividade: Título	Objetivos
1º	7: Movimentos dos planetas: rotação 11: Movimentos dos planetas: revolução	Problematizar a maneira como observamos os movimentos de revolução e rotação da Terra.
2º	8: Movimento de rotação e o “dia e a noite” 9: Movimento de revolução e as “estações do ano” 10: Observação do céu e dos planetas	Aprofundar os conhecimentos acerca dos movimentos dos planetas, como as percepções dos fenômenos do dia e da noite, estações do ano.
3º	12: Visões de mundo – “A Terra quem se move em torno do Sol ou o Sol em torno da Terra?”.	Retomar os conhecimentos das atividades anteriores respondendo uma questão central.

Tabela 2 - Atividades do tema “Movimentos dos planetas” estruturadas nos 3MP.

4. Metodologia e Material de análise

Seguindo a tradição de pesquisas em educação, optamos por uma metodologia de pesquisa qualitativa, em que se buscou estudar como se dá o processo de construção do conhecimento durante um curso de formação continuada de professores, não se limitando apenas aos produtos, mas sim buscando compreender as diferentes perspectivas dos resultados obtidos (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 49). As investigadoras atuaram como “observadoras participantes” e houve uma interação constante com os sujeitos investigados em função de o processo ter ocorrido em sala de aula, participando de todos os momentos da obtenção dos dados e influenciando na condução do ambiente natural (BOGDAN; BIKLEN, 1994, p. 125).

Após a leitura e releitura dos dados, foi possível voltar nosso olhar para detectar elementos que permitiriam inferir sobre a percepção dos professores acerca de relações problematizadas no curso. O procedimento de categorização seguiu as técnicas de *análise de conteúdo* propostas por Bardin (1995) e o processo de inferência no olhar dos dados foi de extrema importância na análise realizada, pois possibilitou a passagem da *descrição* à *interpretação* (FRANCO, 2005).

Focamos nossa análise dos dados buscando indicativos para responder a seguinte problemática central: *Como professores em um curso de formação continuada interpretaram algumas das relações entre a observação cotidiana e os modelos científicos atualmente aceitos para a forma e os movimentos da Terra?*

Para analisar a percepção dos professores acerca de nossa problemática central, realizamos um recorte dos dados obtidos na segunda aplicação da proposta e optamos em utilizar as transcrições das respostas às questões escritas propostas nas aulas iniciais 1 e 7, que chamamos de “*Questões para reflexão e diálogo*” e nas atividades finais 6 e 12, que denominamos “*Questões para Síntese*”, desenvolvidas nos momentos de *problematização inicial* e *aplicação do conhecimento*, respectivamente. Na Tabela 3 (três) apresentamos as questões que forneceram nossos dados para análise.

Questões propostas
1) Qual é a forma da Terra para você? Em nosso dia-a-dia, qual é o formato da Terra que você observa? Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
6) Podemos “decidir” somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra é plana ou esférica? O que necessitamos para tomar esta “decisão”? Cite exemplos.
7) Quem se movimenta em torno de quem: o Sol em torno da Terra ou a Terra em torno do Sol? Em nosso dia-a-dia, quem é que você observa se movimentar, o Sol ou a Terra? Como é denominado este movimento? Qual a relação entre sua primeira e sua segunda resposta? Há contradições?
12) Podemos “decidir” somente com nossa percepção cotidiana de fenômenos e eventos se a Terra gira em torno do Sol ou se o Sol gira ao redor da Terra? O que necessitamos para tomar esta “decisão”? Cite exemplos.

Tabela 3 - Questões propostas nas aulas 1, 6, 7 e 12 que forneceram os dados analisados.

A aplicação da proposta didática, assim como dos instrumentos de coleta de dados, se deu em duas ocasiões, uma na forma piloto e outra realizada um ano após, com a metodologia e os instrumentos de coleta de dados reformulados, focando na busca de elementos que nos permitiriam responder nossa questão central. Neste artigo apresentamos os resultados da segunda aplicação.

5. O perfil dos professores participantes

No total, participaram desta pesquisa 23 (vinte e três) professores de diversas áreas. Tais professores elegeram participar deste curso por livre e espontânea vontade, não tendo sido convocados por suas respectivas diretorias de ensino ou recebido remuneração por nenhuma das partes. Isto nos indica que já havia uma pré-disposição destes docentes em aprender assuntos de astronomia.

Buscando caracterizar o perfil dos professores cursistas, solicitamos que os mesmos respondessem na primeira aula um questionário com questões pessoais e abertas sobre sua formação e atuação, tempo de experiência em sala de aula, se abordou conteúdos de astronomia em suas aulas, participação em outros cursos neste tema, realização de atividades de observação do céu, dentre outros.

Dentre os 23 (vinte e três) professores que responderam este questionário, apenas 3 (três) lecionavam exclusivamente em escolas privadas, enquanto 19 (dezenove) lecionavam em escolas públicas, o que se deve em razão da forte presença da astronomia no Currículo das escolas estaduais de São Paulo. Apenas um deles não lecionava no momento (estava cursando a graduação em Licenciatura em Ciências e já possuía formação em outra área, na qual atuava no momento).

Ao serem questionados por quanto tempo atuam na profissão de professor, percebemos um perfil bastante heterogêneo, em que 6 (seis) deles disseram ministrar aulas por um período de até 3 (três) anos; 6 (seis) entre 4 (quatro) e 7 (sete) anos; 4 (quatro) entre 8 (oito) e 12 (doze) anos; 6 (seis) um período superior a 15 (quinze) anos.

A área de formação na graduação nos mostrou também um espectro diversificado dos participantes que atuaram nesta pesquisa, visto que 9 (nove) professores disseram ter cursado Licenciatura em Ciências, 4 (quatro) em Física, 5

(cinco) em Geografia, 3 (três) em Matemática, 1 (um) em Química, 1 (um) em Letras, 2 (dois) em Pedagogia, 1 (um) em Engenharia, 1 (um) Educação Física (vale mencionar aqui que muitos deles eram formados em mais de uma área do conhecimento).

Essa diversidade também foi percebida ao questionarmos as disciplinas em que lecionam suas aulas em nível fundamental ou médio, em que: 9 (nove) deles lecionam Ciências; 5 (cinco); Física; 5 (cinco) Geografia; 3 (três) Matemática; 1 (um) Português, 1 (um) História (também muitos deles lecionavam mais do que uma disciplina). Isso evidenciou o interesse de professores de diversas áreas por temas da astronomia.

Ao perguntamos se já haviam realizado algum curso de astronomia, 10 (dez) professores responderam já ter feito algum curso, citando cursos de extensão oferecidos pela USP ou pelo Planetário de Campinas e do Ibirapuera, e 13 (treze) deles nunca realizaram algum curso de astronomia, o que representa a maior parte deles.

Embora pouco menos da metade dos professores participantes nunca tivessem participado antes de cursos de astronomia, grande parte deles, 17 (dezesete), disseram já ter ministrado assuntos de astronomia em suas aulas. Isso pode estar relacionado com a ampla presença de conteúdos de astronomia em livros didáticos atuais e na Proposta Curricular do Estado de São Paulo, o que pode ter gerado um possível sentimento de necessidade de procurar cursos dessa natureza.

Por fim, ao questionarmos se haviam realizado alguma atividade de observação do céu a olho nu ou com telescópios, 14 (quatorze) deles disseram nunca ter realizado atividades dessa natureza e apenas 9 (nove) disseram já ter participado de alguma atividade de observação. Isso nos mostra que uma pequena parte dos professores de nossa amostra participou antes de nosso curso de atividades de observação do céu.

6. Resultados e Análises

Nossa problemática de pesquisa surgiu a partir de nossa constatação em outros trabalhos que a compreensão de conteúdos de astronomia exige conhecimentos que articulem as percepções da observação vivenciadas no cotidiano com os modelos teóricos aprendidos e ensinados em sala de aula, indo além das informações estancadas nos livros didáticos e na mídia em geral (BISCH, 1998; SEBASTIÁ, 2004; LEITE; HOSOUME, 2009).

Dessa forma, nossa análise se centrou na busca de elementos que evidenciassem as maneiras como os professores de nossa amostra interpretaram algumas das relações entre elementos da observação vivenciáveis no cotidiano com os modelos de forma e movimentos da Terra atualmente aceitos. Voltamos nosso olhar para interpretar duas das possíveis relações entre estas perspectivas:

- **Contrações aparente:** aquela que ocorre entre a observação cotidiana e primeira do formato (que nos mostra uma Terra plana) e dos movimentos da Terra (que, por estarmos no referencial terrestre, a Terra parece estática, sendo o Sol o astro em movimento) e dos modelos científicos atualmente aceitos (em que a Terra é esférica e possui movimentos).

- **Limitações:** o fato da observação cotidiana e primeira, que nos mostra apenas uma Terra plana e estática, não fornecer indícios diretos dos modelos científicos

de forma esférica e do movimento de revolução da Terra, sendo necessárias outras observações de elementos astronômicos para corroborar o modelo aceito.

Inicialmente interpretamos as percepções dos professores de nossa amostra em 3 (três) grandes categorias, que visaram inicialmente distinguir se o professor percebeu ou não a problematização da contradição aparente ou da limitação: 1) *Compreende as relações e as explica*: percebeu as relações de contradições aparente ou limitações e apresentou algum argumento com elementos da astronomia que fornecesse indícios do porquê destas relações ocorrerem; 2) *Compreende as relações e não explica*: percebeu as relações de contradição aparente ou limitações, porém não argumentou sobre a relação problematizada ou apresentou conceitos astronômicos incorretos ou incompletos; 3) *Não compreende as relações*: não demonstrou compreender as contradições aparentes ou limitações entre a observação cotidiana e os modelos.

Após distinguir o nível de compreensão dos docentes nas categorias 1 a 3, os argumentos apresentados foram classificados em subcategorias, que versavam sobre a natureza conceitual do argumento e sua relação com elementos do conhecimento astronômico. Neste momento de classificação nas subcategorias, estas não se deram de maneira excludente, podendo assim um mesmo professor ter apresentado dois ou mais argumentos que classificamos em mais de uma subcategoria. Uma síntese das categorias e subcategorias elaboradas é apresentada ao final desta seção, na Tabela 4.

6.1 Percepções da forma da Terra

Ao perguntarmos inicialmente “*Qual a forma da Terra?*” todos os professores disseram categoricamente ‘a Terra é esférica’. Em seguida, ao questionarmos “*Qual o formato da Terra que observamos em nosso cotidiano?*” cerca de metade deles respondeu ser plana (13 professores – 57%), classificados nas categorias 1 e 2, dando indícios iniciais da percepção de uma aparente contradição. No entanto, menos da metade dos professores (dez – 43 %), classificados na categoria 3, responderam observar em seu cotidiano uma Terra esférica.

Somente 22% (cinco) dos professores, classificados na categoria 1) *Compreende as relações e as explica*, demonstraram perceber que há uma aparente contradição entre o que se observa e o modelo científico atualmente aceito para a forma da Terra. Estes professores apresentaram argumentos que enunciam uma tentativa de explicação do porque existir a contradição aparente usando noções da espacialidade, como a noção de referencial, de escalas e de proporções.

Três desses professores argumentaram que a contradição aparente decorre da maneira como observamos a forma da Terra de um referencial na superfície terrestre, o que possibilitaria a percepção apenas de um plano e que, no espaço poderíamos observar indícios da esféricidade. Outro argumento usado por dois professores foi a noção de que em razão de observarmos a Terra em pequena escala não podemos observá-la como um todo, pois observamos apenas uma parte dela.

Outros professores de nossa mostra (30% - 7 professores), classificados na categoria 2) *Compreende as relações e não as explica*, também perceberam a contradição aparente e, no entanto, seus argumentos não explicaram o porquê dessa contradição ocorrer. Embora este grupo tenha apresentado de maneira correta alguns

argumentos que mostram que a Terra é esférica, eles não apresentaram uma reflexão sobre a contradição problematizada, fugindo da comparação em foco, e assim não estabelecendo articulações entre a observação cotidiana e o modelo de Terra esférica. Houve ainda alguns professores desse grupo que expressaram conhecimentos de elementos astronômicos na forma de chavão ou frases vagas.

Seis professores justificaram a esfericidade da Terra associando a possibilidade de perceber este aspecto ao observar um objeto surgindo no horizonte. Três deles usaram o argumento histórico para justificar que a Terra é uma esfera, em outras palavras: ao observarmos um navio no mar, na medida em que vai se afastando do observador, ele vai desaparecendo aos poucos, devido ao fato de que sua trajetória acompanha a curvatura da Terra.

Já outro professor fez uma analogia ao argumento do navio aparecendo no horizonte marítimo no contexto de um carro surgindo no horizonte terrestre, embora isso, por escalas de tamanho e proporção, não possibilite observar a curvatura da Terra. Outros dois professores apresentaram um argumento de maneira semelhante à ideia de observar um objeto surgindo no horizonte ao relacionar a sensação de que na Terra há um limite e ali estaria um grande abismo.

Um dos professores que apresentou o argumento da observação no horizonte enunciado anteriormente, ainda apresentou a noção de que podemos provar que a Terra é esférica ao compará-la com a forma de outros astros, como o Sol e a Lua, o que daria indícios de que seu formato só poderia esférico, visto que os demais astros que observamos também são. Outro professor desse grupo anterior também complementou seu argumento relacionando a gravidade como causa da esfericidade terrestre, associando a ideia de atração dos corpos massivos com o formato esférico da Terra.

Neste grupo houve ainda dois professores que apresentaram argumentos que envolveram a autoridade da ciência ou recursos da tecnologia, não refletindo sobre a contradição aparente problematizada. Um deles afirmou não poder fazer nenhuma afirmação sobre isso, pois constatar que a Terra é esférica seria um argumento científico enquanto que a forma observada, por ser plana, não seria ciência, crendo dessa maneira que a observação não nos traz informações ditas científicas. Um argumento semelhante apresentado por outro professor foi de que somente seria possível observar uma esfera com o uso de tecnologia, com a observação feita em um telescópio.

Por fim, percebemos ainda que cerca de metade dos professores de nossa amostra (cerca de 48% - 11), classificados na categoria **3) Não compreende as relações**, não percebeu a contradição aparente problematizada. Alguns deles não apresentaram argumentos com elementos da astronomia e, os poucos que tentaram argumentar com conceitos astronômicos, os enunciaram de maneira vaga ou na forma de chavão.

Dois professores apresentaram o argumento da observação do horizonte em uma praia como prova da esfericidade da Terra. Porém, não explicaram como um objeto observado no horizonte marítimo pode evidenciar a esfericidade. E ainda um deles disse visualizar a curvatura da Terra apenas observando o limite do horizonte no mar – o que está incorreto, pois esta observação não nos evidencia algum caráter esférico.

Dois professores disseram poder constatar a esfericidade da Terra através da observação da esfera celeste, visto que, devido ao aspecto de um grande círculo, a Terra só poderia ser esférica. Um deles mencionou ainda perceber a Terra dividida em dois

grandes hemisférios semicirculares, um acima da superfície (o que seria a esfera celeste) e outro abaixo da mesma, o que se assemelha a concepções alternativas de professores e estudantes encontradas em outros trabalhos (NUSSBAUM, 1979; VOSNIADOU; BREWER 1992; BAXTER, 1989; LEITE, 2002; NOBES et. al., 2003).

Ainda dois outros professores associaram a possibilidade de constatar o formato esférico da Terra apenas com a observação do Sol. Um deles disse poder verificar que a Terra é esférica a partir da observação da “curvatura dos raios solares”, nos momentos do nascer e pôr do Sol, o que não evidencia diretamente o aspecto esférico de nosso planeta. Outro ainda afirmou poder perceber a esfericidade observando a posição do Sol em distintos lugares, embora não tenha explicado claramente o significado disso.

Um dos professores que apresentou o argumento da observação do Sol complementou-o dizendo somente ser possível provar que a Terra é esférica observando-a com tecnologia, como um telescópio. Outro não citou exemplos e apenas afirmou de maneira que “a ciência prova que a Terra é esférica”, parecendo crer somente poder constatar que a Terra é esférica através de “provas científicas”.

Encontramos ainda 4 (quatro) professores que apresentaram chavões ou frases vagas. Um deles disse que podemos constatar que a Terra é esférica pela observação da posição das estrelas e outro com a observação da incidência solar, sem apresentar mais algum detalhe. Um terceiro considerou ser devido às “forças externas ou pressões”, sem especificar o que seriam essas grandezas. Outro apenas disse que observa a Terra como redonda, sem refletir sobre isso e apenas repetindo algo aprendido e sem significado.

Ao final das atividades que abordaram o tema forma dos planetas, questionamos se apenas com a observação cotidiana era possível concluir que a Terra era esférica, buscando assim analisar sua interpretação acerca das **limitações** da observação primeira e cotidiana para perceber o caráter esférico de nosso planeta. Ao todo, 22 professores responderam esta questão (apenas 1 ausente).

Na categoria **1) Compreende as relações e as explica** classificamos apenas uma pequena parcela de nossa amostra (17% - 4 professores) que demonstraram perceber a limitação problematizada e assim apresentaram algumas tentativas de explicar por que isso ocorre.

Apenas um professor afirmou que não é possível concluir a esfericidade da Terra usando noções de escalas ao afirmar que isso se dá devido ao fato de observarmos apenas uma parte do planeta, e não o todo. Três deles disseram ser possível perceber que a Terra é esférica com a observação da incidência da luz solar e sombras e dois deles relacionaram com a observação das sombras de objetos em diferentes regiões do planeta. O terceiro relacionou este argumento com a observação da sombra da Terra na Lua durante um eclipse lunar.

Grande parte dos professores de nossa amostra, classificamos na categoria **2) Compreende as relações e não as explica** (44% 10 professores), embora tenham demonstrado perceber a limitação problematizada, apresentaram argumentos vagos ou inconsistentes para justificar o por que desta limitação ocorrer.

Apenas um professor argumentou sobre a possibilidade de observar outros astros para inferir que a Terra é esférica. Seis deles mencionaram ser possível concluir

que a Terra é esférica a partir do conhecimento enunciado pelos cientistas ao longo da história, o que evidencia uma crença na autoridade da ciência. Um deles complementou o argumento que classificamos como autoridade da ciência dizendo ser possível constatar que a Terra é esférica tirando diversas fotos de nosso planeta em sucessivos horários, dessa maneira apresentando uma crença na tecnologia. No total, quatro professores argumentaram usando noções de tecnologia para concluir que a Terra é esférica, e três deles não mencionaram que tipo de tecnologia poderia auxiliar nesta percepção.

Na categoria **3) Não compreende as relações** uma grande parte de nossa amostra (39% - 8 professores) pareceu não compreender as limitações da observação primeira e cotidiana para perceber que a Terra é esférica. Suas respostas apresentam argumentos vagos ou incorretos envolvendo reflexões sobre elementos da espacialidade ou científicos, ou diversos chavões e informações vagas, que fogem a questão das limitações da observação e não se relacionavam à problemática central.

Grande parte dos professores classificados nesta categoria (cinco) apresentaram frases vagas ou “chavões”, como dizendo que era possível perceber que a Terra se move observando o dia e a noite ou os movimentos dos planetas, sem explicar detalhadamente estes conceitos. Dois deles ainda associaram a incidência da luz solar ou a percepção das sombras para determinar se a Terra é esférica. Um deles apresentou de maneira vaga e desconexa a percepção da “altura” do Sol ou da variação das sombras no tempo, não explicitando o que significa esta altura ou o que se percebe desta sombra, ao longo do tempo, que forneça indícios da forma do planeta.

Um dos professores classificados nesta categoria apresentou argumentos que envolvem a autoridade científica se apoiando nas ideias de cientistas ao longo da história. Dois deles afirmaram poder concluir com o uso de recursos tecnológicos, não mencionando qual seria este recurso tecnológico, ou então mencionou de maneira categórica poder perceber a esfericidade visualizando uma foto.

Um professor apresentou ainda o argumento de que observando a esfera celeste ou então o caminho que as nuvens fazem ao “cair no horizonte” seria possível concluir com a observação cotidiana que a Terra é esférica, ainda que essa observação não possibilite concluir que a Terra é esférica.

6.2 Percepções dos movimentos da Terra

Ao voltarmos nosso olhar sobre a percepção dos professores acerca das relações entre a observação cotidiana e primeira com o modelo científico atualmente aceito para os movimentos da Terra, vemos inicialmente que todos os professores de nossa amostra que responderam a questão 7 (20 professores - 3 ausentes da amostra total) perceberam a contradição aparente problematizada. Dessa forma, as percepções encontradas sobre a problemática da contradição aparente foram classificadas apenas nas categorias 1 e 2.

Mais de um terço de nossa amostra (35% - 7 professores), classificados na categoria **1) Compreende as relações e as explica**, explicou o porquê da contradição aparente entre o astro que observamos se movimentar no referencial terrestre (o Sol) e os movimentos da Terra. Este grupo de professores apresentou argumentos com base

nas ideias da espacialidade em sua justificativa. Três professores relacionaram o estudo do movimento da Terra ou do Sol de acordo com a escolha do referencial. Um deles disse ser o referencial que determina quem se movimenta em torno de quem e que a escolha do referencial pode simplificar o estudo dos movimentos observados.

Quatro professores relacionaram a não possibilidade de percepção dos movimentos da Terra com a ideia dos movimentos serem relativos. Dois professores argumentaram claramente que essa contradição se deve em função de estarmos localizados na superfície de nosso planeta e, ao realizarmos os movimentos juntamente com a Terra, não podemos percebê-la se movimentando. Um deles apresentou ainda a ideia de que pelo fato de estarmos “parados”, mas girando junto com a Terra, temos a impressão de que o Sol se movimenta. O outro professor apenas disse ser “por causa do movimento relativo entre os corpos”, embora não tenha fornecido mais detalhes.

Embora mais do que metade dos professores (65% - 13 professores) tenha percebido a contradição aparente questionada, não apresentaram argumentos que permitissem explicar algumas das razões para esta contradição ocorrer ou então fugiram da questão. Foram classificados na categoria **2) Compreende as relações e não as explica**.

Muitos destes professores apresentaram frases vagas ou chavões para justificar apenas o porquê da Terra se movimentar. Um deles apresentou a ideia de que isso ocorre devido a um “sistema gravitacional”, mas não disse o que significa isso. Dois deles não apresentaram argumentos com elementos astronômicos, apenas disseram não estar clara a observação dos movimentos da Terra. Outros dois professores ainda repetiram os conceitos de duração do dia e da noite e das estações do ano, a existência do movimento de revolução e rotação da Terra (definições teóricas) ou a observação da sombra de objetos sem correlação ou reflexão com a problematização proposta.

Quatro professores relacionaram o conceito da gravidade como a causa do movimento de revolução da Terra ao redor do Sol, o que não se trata de um argumento para justificar a contradição aparente problematizada. Outros três professores apresentaram a noção de que a percepção do fenômeno do dia e da noite seria uma prova ou evidência do movimento da Terra, sem perceber que isto é um fato que ambos os modelos de Terra estática ou em movimento dá conta de explicar. Outro professor apresentou o argumento de que é possível somente com recursos tecnológicos perceber que a Terra se move, sem dizer quais são esses recursos e como eles permitem isso.

Já na análise da percepção dos professores acerca das **limitações** da observação cotidiana para perceber o movimento de revolução da Terra, classificamos os 20 professores que responderam a questão de investigação nas categorias 1, 2 e 3.

Na categoria **1) Compreende as relações e as explica** classificamos apenas 5 (cinco) professores (25%) que deram indícios de perceber que com a observação cotidiana não é possível determinar os movimentos da Terra. Todos estes professores apresentaram argumentos relacionando a observação de outros astros como um fator que nos permitiria constatar os movimentos da Terra. Um deles apresentou um argumento trabalhado durante o curso que consistiu na observação das posições das constelações e alguns planetas ao longo de um ano, no momento do nascer ou do pôr do Sol, inferindo que o aparecimento de distintas constelações próximo ao Sol em diferentes momentos do ano se dá em razão da Terra se mover em torno do Sol.

Também foram apresentados alguns dos argumentos que auxiliariam a reforçar a ideia de que a Terra não é o centro dos movimentos de todos os corpos celestes, como a observação das fases em Vênus ou de luas em Júpiter.

Embora outra parte dos professores (25% - 5) classificada na categoria **2) Compreende as relações e não as explica**, demonstrou ter percebido a limitação questionada, os argumentos apresentados foram incompletos e pouco desenvolvidos, ainda que tivessem usado noções de observação de outros astros. Os cinco professores enunciaram a possibilidade de observar as estrelas ou os planetas, porém não expressaram uma ideia clara e coerente sobre a necessidade dessa observação para perceber a variação da posição destes astros em observações ao longo de um grande intervalo de tempo. Um professor expressou de maneira vaga a percepção do movimento de Marte e sua constatação como planeta que possui um movimento em relação às estrelas fixas, porém não expressou claramente o significado desta ideia.

Dois desses professores complementaram seu argumento relacionando-os com a possibilidade de constatar os movimentos da Terra através de observações com instrumentos ou através de aparelhos que pudessem acompanhar os movimentos das constelações, sem mencionar quais instrumentos seriam estes, de forma a acreditar que o auxílio de alguma tecnologia poderia verificar os movimentos.

Por fim, a maior parte de nossa amostra (50% - 10 professores), classificados na categoria **3) Não compreende as relações**, não indicou perceber que a observação cotidiana não nos possibilita concluir diretamente que a Terra possui movimento de revolução. Estes professores em seus argumentos associaram esta questão a fenômenos e apresentaram frases vagas ou chavões, usando alguns conceitos astronômicos que não estavam relacionados ao problema proposto.

Grande parte dos professores desta categoria (cinco) apresentou frases vagas e chavões, referindo-se, por exemplo, à percepção do movimento relativo e a um sistema de referencial, sem refletir como seria a influência do referencial e como se daria a observação que determinaria o movimento da Terra.

Um professor afirmou ser possível concluir que a Terra se movimenta somente com o uso de recursos tecnológicos, porém não os citou. Houve também um professor que disse ser somente possível determinar o movimento da Terra através de “pesquisas científicas, imagens e cálculos matemáticos”, como se os instrumentos da ciência atribuíssem a ela uma autoridade da ciência, que permite provar que a Terra se move.

Outros três professores associaram como prova do movimento da Terra a existência de fenômenos como o dia e a noite, as estações do ano e os eclipses, sem uma análise crítica dos mesmos, visto que a existência destes fenômenos possa ser justificada tanto pelo movimento da Terra quanto pelo movimento do Sol. Isso evidencia a dificuldade dos professores em separar o conhecimento fenomenológico do conhecimento próprio do modelo (SEBASTIÀ 2004, p.19).

Ao final da análise dos resultados, apresentamos na Tabela 4 uma síntese das categorias e subcategorias elaboradas. Em fonte normal, estão aquelas subcategorias que apareceram apenas nas questões das contradições. Em itálico, destacamos as subcategorias que apareceram apenas na questão das limitações e, em negrito, aquelas que apareceram tanto na questão da contradição, quanto na questão das limitações.

Categories	1) <i>Compreende as relações e as explica</i>	2) <i>Compreende as relações e não as explica</i>	3) <i>Não compreende as relações</i>
Forma	Referencial Escalas e proporção <i>Incidência da luz solar e sombras</i>	Observação do horizonte Comparação com outros astros Gravidade Autoridade Científica Tecnologia <i>Observação de outros astros</i>	Observação do horizonte Observação do Sol Observação da esfera celeste Autoridade Científica Tecnologia Frases vagas ou Chavões
Movimentos	Referencial Movimentos Relativos <i>Observação de outros astros</i>	Referencial Movimentos Relativos Gravidade Fenômenos Frases vagas ou Chavões Tecnologia <i>Observação de outros astros</i>	<i>Autoridade Científica</i> <i>Tecnologia</i> <i>Fenômenos</i> <i>Frases vagas ou chavões</i>

Tabela 4 - Síntese das categorias e subcategorias nos temas forma e movimentos da Terra.

Uma pequena parte dos professores de nossa amostra demonstrou compreender as relações de contradição aparente (22%) e limitações (17%), na problematização do formato da Terra, e 35% e 25%, respectivamente, para os movimentos. Estes professores apresentaram argumentos que envolveram percepções espaciais, como noções do papel do *referencial* e das *escalas e proporção*, conhecimentos estes intrínsecos tanto à interpretação das relações entre a observação da Terra plana e o modelo de Terra esférica, quanto na percepção das relações entre a observação geocêntrica e explicação heliocêntrica (LEITE e HOSOUME, 2009, p. 807).

Ainda que uma grande parte deles, classificados na categoria 2, tenha dado indícios de compreender as relações problematizadas para o formato (35% contradição aparente e 44% limitações) e para os movimentos Terra (65% contradição aparente e 25% limitações) eles apresentaram argumentos que demonstraram elementos do conhecimento astronômico, como a *observação do horizonte, comparação com outros astros, gravidade, referencial e movimentos relativos*, de maneira desarticulada com a problematização da relação entre o vivenciável e o teórico.

Isso nos faz pensar que alguns professores parecem fazer o uso de um conhecimento “livresco” (BRETONES, 2006, p.211), ou seja, tipos de chavões presentes em muitos livros didáticos que são usados de maneira desconectada do contexto em questão, ou apenas como uma necessidade de empregar o conhecimento que possui.

Além disso, foi possível notar que muitos deles apresentaram um conhecimento fragmentado, na forma de *frases vagas ou chavões*, muitas vezes embasados em informações divulgadas pela mídia ou livros didáticos e geralmente expressados de maneira incorreta (BISCH, 1998). Essa característica foi ainda mais evidente ao olharmos os argumentos dos professores que não compreenderam as relações problematizadas (categoria 3 - 43% contradições aparente e 39% limitações para forma; 50% limitações para os movimentos).

Foi possível evidenciar, ainda que de forma incipiente, que alguns professores passaram a utilizar argumentos trabalhados nas atividades ao longo do curso, como a

observação de outros astros (abordado nas atividades 7 e 10), para argumentar que a observação dá indícios dos movimentos da Terra, e a *incidência da luz solar e sombras* (abordada na atividade 4), ao relacionar nossa percepção de eventos e fenômenos no cotidiano com a esfericidade da Terra. Embora não seja o foco deste trabalho avaliar nossa intervenção, isso indica uma possível influência dos argumentos trabalhados em nosso curso na maneira como alguns dos professores percebiam as relações problematizadas.

Por fim, concluímos que poucos professores pareceram compreender, antes e depois de nossa intervenção, os modelos de forma esférica e o heliocêntrico de uma maneira que os permite relacionar seu entorno vivenciável pela observação com argumentos e explicações astronômicas e muitos se prenderam aos argumentos livrescos, incorretos ou na forma de “chavões” desconexos ao contexto, o que se tornaram obstáculos a compreensão do conhecimento astronômico (BISCH, 1998; SEBASTIÀ, 2004).

7. Considerações Finais

A dificuldade da compreensão das relações de contradição aparente e limitações foi evidenciada nos resultados analisados. Nos momentos de problematização, notamos que alguns professores não perceberam as contradições aparentes entre o formato da Terra que observamos e o modelo de Terra esférica. E muitos pareceram não refletir sobre aquilo que observamos em nosso cotidiano, aceitando o modelo e parecendo aceitar que “observamos uma Terra esférica” a partir do nosso referencial. Já a contradição aparente entre os movimentos do Sol e da Terra pareceu mais facilmente percebida pelos professores, embora muitos deles ainda apresentassem dificuldades em enunciar algum argumento, com elementos da espacialidade, por exemplo, que explicasse algumas das razões desta contradição.

Dessa forma, poucos professores que participaram de nossa pesquisa apresentaram um conhecimento mais amplo, que contemplasse elementos da espacialidade que, por exemplo, fornecesse indícios de transitarem entre percepções de distintos referenciais, relacionando a visão externa que temos da Terra à uma visão interna (LEITE; HOSOUME, 2009, p. 806). Acreditamos que a falta de transição entre as perspectivas de diferentes referenciais se constituiu em um dos obstáculos aos professores em relacionar a observação geocêntrica com a explicação heliocêntrica, ou a observação da Terra plana com o modelo de Terra esférica.

Ao final das atividades, percebemos que os professores passaram a usar alguns argumentos que envolvem elementos da observação trabalhados durante o curso, como a percepção da iluminação terrestre ou a observação de outros planetas. Ainda que isso tenha ocorrido, muitos desses conhecimentos eram apresentados de maneira incorreta ou na forma de “chavões”, desarticulados do contexto problematizado (BISCH, 1998, p. 242). O uso desses chavões se tornou um grande obstáculo a nossa proposta de trabalhar um conhecimento astronômico que dialoga os conhecimentos aprendidos e ensinados com os elementos vivenciados pela observação cotidiana.

A dificuldade de argumentar também é constatada pela ampla presença de argumentos que se limitaram à autoridade da ciência, ao associarem que somente com experimentos seria possível notar que a Terra é esférica ou se move, ou então somente

com recursos tecnológicos, ao dizerem que com telescópios e sondas seria possível observar a Terra esférica. Isso pode ser decorrente de um conhecimento científico tratado nas escolas ou na mídia de maneira dogmática e autoritária, em detrimento das problematizações e do ensino dialógico.

Nossa proposta de intervenção na formação continuada de professores apresentou diversos problemas que se deram tanto pela estrutura e organização do curso (como a limitação da carga horária em apenas uma semana e a impossibilidade de realizar outras atividades de observação do céu noturno e diurno) quanto pela dificuldade de promover uma percepção mais rica e complexa nas concepções dos professores (fato este evidenciado pela permanência ao final do curso de afirmações dogmáticas e pouco problematizadoras dos aspectos da observação).

Embora reconheçamos muitas das limitações de nossa intervenção, vale ressaltar que algumas delas já foram constatadas por outras pesquisas em ensino de ciências, e decorrem principalmente do caráter de cursos de extensão serem de curta duração limitado em uma semana, período este atrelado a disponibilidade dos professores somente durante suas férias letivas. Dessa forma, torna-se um grande desafio de pesquisas na formação continuada proporem cursos efetivos de longa duração, que possibilitem uma vivência maior dos aspectos da observação do céu noturno e diurno, tudo isso atrelado a real disponibilidade temporal desses professores.

Ainda assim acreditamos que nossa proposta propiciou um contexto de questionamento do conhecimento dos sujeitos oriundo da observação cotidiana e de suas relações com os modelos, e assim uma reflexão crítica dos elementos oriundos da *curiosidade ingênua*, buscando uma *curiosidade epistemológica* acerca do planeta em que vivemos. Dessa forma, acreditamos ao inspirarmos-nos nas ideias centrais de Paulo Freire, guiadas pela dinâmica dos 3MP, nossa proposta constituiu-se em um exemplo de como propor atividades que visam dialogar com o conhecimento dos sujeitos e romper com a prática de *educação bancária* e *antidialógica*, comumente encontrada em cursos de extensão universitária.

Contudo, esperamos com este trabalho contribuir com outros cursos de formação continuada de professores que queiram promover um ensino de astronomia menos dogmático e mais crítico, buscando formar professores capazes de problematizar algumas das relações complexas entre fenômenos observáveis em nosso cotidiano e os modelos atualmente aceitos e ensinados.

Agradecimentos

À FAPESP pelo apoio financeiro aos dois projetos relacionados a esta pesquisa (# 2011/05536-0 e BEPE # 2012/06096-7). Ao Prof. Dr. Néstor Camino, pela orientação em um dos projetos citados e contribuições ao desenvolvimento desse artigo. À Angela Bagdonas Henrique, pela correção do texto.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Editora 70, 1995.
- BAXTER, J. Children's understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, 11 (special issue), p.502-513, 1989.
- BISCH, S. M. **Astronomia no ensino fundamental**: natureza e conteúdo do conhecimento de estudantes e professores. São Paulo, 1998. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação**: Uma introdução à teoria e aos métodos. Portugal: Porto Editora, 1994.
- BRASIL. **Parâmetros curriculares nacionais, ciências naturais, terceiro e quarto ciclos do ensino fundamental**. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica, Brasília: MEC/SEMT, 1998.
- BRETONES, P. S. **A astronomia na formação continuada de professores e o papel da racionalidade prática para o tema da observação do céu**. 2006. 252 f. Tese (Doutorado em Ensino e história de ciências da Terra). Instituto de Geociências, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- CAMINO, N. **Génesis y evolución del concepto de gravedad**: construcción de una visión de universo. 2006. 240 f. Tese (Doctorado en Ciencias de la Educación). Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, La Plata, Argentina, 2006.
- CANIATO, R. **Um projeto brasileiro para o ensino de física**. 1973. 576 f. Tese (Doutorado em Ciência). Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Rio Claro, 1973.
- DELIZOICOV, D. Ensino de Física e a Concepção Freireana de Educação. **Revista de Ensino de Física**, v. 5, n. 2, p. 85-98, 1983.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.
- FERREIRA, F. P. **A forma e os movimentos dos planetas do Sistema Solar**: uma proposta para a formação do professor em Astronomia. 2013. 190 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- FERREIRA, F. P.; HENRIQUE, A. B.; GAMA, L. D. Extensão ou comunicação? Discussões sobre um curso de extensão universitária para professores de ciências. In: **Anais do VIII Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências (VIII ENPEC) e I Encuentro Iberoamericano de Investigación en Didáctica de las Ciencias (I EIPEC)**, Campinas, SP, 2011.
- FRANCO, M.L.P.B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liberlivro, 2005.

- FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.
- KANTOR, C. A. **Educação em astronomia sob uma perspectiva humanístico-científica: a compreensão do céu como espelho da evolução cultural.** 2012. Tese (Doutorado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- KLEIN, A. E; ARRUDA, S. de M.; PASSOS, M. M.; ZAPPAROLI, F. V. D. Os sentidos da observação astronômica: uma análise com base na relação com o saber. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n.10, p. 37-54, 2010.
- LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do ensino fundamental: repensando a formação de professores.** 2009. 370 f. Tese (Doutorado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2009.
- LANGHI, R. Astronomia observacional para professores de ciências: uma introdução ao reconhecimento do céu noturno. In.: LONGHINI, M. D. **Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica.** São Paulo: Editora Átomo, SP, 2010. Cap. 1, p.15-36.
- LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em astronomia essencial nos anos iniciais do ensino fundamental. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências (Online)**, v.12, n.2, p.205-224, 2010.
- LEITE, C. **Os professores de Ciências e suas formas de pensar a Astronomia.** 2002. 165 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências). Instituto de Física e Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- 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.
- LEITE, C; HOSOUME, Y. Explorando a dimensão espacial na pesquisa em ensino de astronomia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, 2009.
- LIVI, S. H. B. A Terra e o homem no universo. **Caderno Catarinense de Ensino Física**, v. 7 (Número Especial), p. 7-26, 1990.
- MALI, G. B.; HOWE, A. Development of Earth and gravity concepts among Nepali children. **Science Education**, v. 63, n. 5, p. 685-691, 1979.
- MARRONE JUNIOR, J.; TREVISAN, R. H. Um perfil da pesquisa em ensino de astronomia no Brasil a partir da análise de periódicos de ensino de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis - SC, v. 26, n. 3, p.547-574, 2009.

MUENCHEN, C. A **disseminação dos três momentos pedagógicos**: um estudo sobre praticas docentes na região de Santa Maria/RS. 2010. 273 f. Tese (Doutorado Educação Científica e Tecnológica). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV, D. Os três momentos pedagógicos: um olhar histórico-epistemológico. In: **Atas do XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – XII EPEF**. Águas de Lindóia SP: SBF, 2010.

NARDI, R.; CARVALHO, A. M. P. Um estudo sobre a evolução das noções de estudantes sobre espaço, forma e força gravitacional do planeta Terra. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 132-144, 1996.

NIEMEYER, J.; ARAUJO, L. B.; MUENCHEN, C. Os três momentos pedagógicos (3MP) nos artigos presentes nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física (SNEFs). In: **Anais do XV Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**, Maresias, SP: SBF, 2014.

NOBES, G.; MOORE, D. G.; MARTIN, A. E.; CLIFFORD, B. R.; BUTTERWORTH, G.; PANAGIOTAKI, G.; SIEGAL, M. Children's Understanding of the Earth in a Multicultural Community: Mental Models or Fragments of Knowledge? **Developmental Science**, v.6, n. 72, 2003.

NUSSBAUM, J.; NOVAK, J. D. An assessment of children's concepts of the Earth utilizing structured interviews. **Science Education**, v. 60, n. 4, p. 535-550, 1976.

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

ROCHA, R. M. G. A construção do conceito de extensão universitária na América Latina. In: FARIA, D. S. de (org). **Construção Conceitual da Extensão na América Latina**. Brasília: Editora UNB. 2001.

SÃO PAULO. **Proposta curricular do estado de São Paulo: Ciências**. São Paulo: Secretaria do Estado da Educação, 2008.

SEBASTIÀ, B. M. La enseñanza/aprendizaje del modelo Sol-Tierra: análisis de la situación actual y propuesta de mejora para la formación de los futuros profesores de primaria. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 1, p. 7-32, 2004.

SERRANO, R. M. S. M. **Conceitos de extensão universitária: um diálogo com Paulo Freire**. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/copac/extelar/atividades/discussao/artigos/conceitos_de_extensao_universitaria.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2014.

SOLER, D. R. **Astronomia no currículo do estado de São Paulo e nos PCN**: um olhar para o tema observação do céu. 2012. 200 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) Instituto de Física, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

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