



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 22, 2016

ISSN 1806-7573

REVISTA LATINO-AMERICANA DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA

Editores

Paulo Sergio Bretones (DME/UFSCar)
Luiz Carlos Jafelice (DFTE/UFRN)
Jorge Horvath (IAG/USP)

Comitê Editorial

Cristina Leite (IF/USP)
Sergio M. Bisch (Planetário de Vitória/UFES)
Néstor Camino (FHCS/UNPSJB)

Editores Associados

Marcos D. Longhini (FE/UFU)
Paulo H. A. Sobreira (Planetário/UFG)

Assistente de Editoração

Walison Aparecido de Oliveira (UTFPR)

Auxiliar de Editoração

Ana Cecília de Oliveira (UFSCar)
Rebeca Silva de Oliveira (UFSCar)

Direitos

© by autores

Todos os direitos desta edição reservados

Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

É permitida a reprodução para fins educacionais mencionando as fontes

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

Bibliotecária: Rosemeire Zambini CRB 5018

R4546 Revista Latino Americana de Educação em Astronomia - RELEA /
Universidade Federal de São Carlos. -
n. 22, (2016). - São Carlos (SP): UFSCar, 2016.

Semestral.

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

ISSN: 1806-7573

1. Astronomia. 2. Educação – Periódicos. 3. Ensino de Ciências.

I. Universidade Federal de São Carlos. II. RELEA.

CDD: 520

CDU: 52+37(051)(8)

Editorial

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

No contexto dos 10 anos da RELEA (completados em 2014), acaba de ser publicado o artigo *Ten years of Latin-American Journal of Astronomy Education RELEA: achievements and challenges for international astronomy education development*, no Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE). Além de uma análise dos artigos publicados nesse período, faz-se uma comparação com outras publicações na área no Brasil e no exterior. Também se destaca o caminho da RELEA como publicação acadêmica e desafios como: aumento na submissão de artigos, especialmente de países Latino-americanos, temas ainda não abordados nos artigos e incentivo a novas linhas de pesquisa em educação em astronomia para pesquisadores e professores. O artigo completo está disponível no endereço: <<http://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/JAESE/article/view/9844/9939>>.

Devido a seu interesse para os leitores da RELEA, aproveitamos para divulgar o XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF) que será realizado no Instituto de Física da USP em São Carlos, SP, de 23 a 27 de janeiro de 2017 (<http://www.sbfisica.org.br/~snef/xxii/>). Como ocorre tradicionalmente, serão apresentados trabalhos relacionados ao ensino de astronomia. A programação desta vez, além de palestras, comunicações orais, painéis, mesas redondas, cursos e oficinas contempla uma homenagem ao Prof. Rodolpho Caniato, pioneiro na área de educação em astronomia em nosso país, participante da equipe que ministrava os cursos *Physical Science Study Committee* (PSSC), *Harvard Project Physics* (HPP) e *Earth Science Curriculum Project* (ESCP) e desenvolvedor do “Projeto Brasileiro para o Ensino de Física”, com atividades práticas e metodologia com recursos acessíveis, que deu origem ao livro “O Céu”, entre outras atividades e publicações.

Neste número contamos com quatro artigos:

Eratóstenes: un ejemplo de trabajo con estudiantes universitarios en didáctica e historia de la astronomía (Eratóstenes: um exemplo de trabalho com estudantes universitários em didática e história da astronomia), de Nicoletta Lanciano e Mariangela Berardo. Este trabalho apresenta um estudo por meio de indícios para abordar a história da astronomia. Para isto, foi analisada uma prática com estudantes universitários e professores, sobre o trabalho de Eratóstenes para medir o meridiano terrestre. O curso foi desenvolvido em uma “corrente de perguntas e respostas”, a partir de uma pergunta original onde novas problemáticas ocorrem e os estudantes aprendem a procurar possíveis respostas e soluções.

Expectativas de estudantes sobre a astronomia no ensino médio, de Denis Eduardo Peixoto e Maurício Urban Kleinke. Este artigo apresenta o resultado de uma pesquisa que investigou quais são os tópicos de astronomia que mais interessam os alunos do ensino médio. Para isto foi aplicado um questionário para 80 alunos de duas escolas do estado de São Paulo. Os resultados indicam que os temas que motivam os alunos são ligados à ficção científica e às pesquisas atuais com grande divulgação midiática e com forte caráter interdisciplinar.

Níveis interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as estações do ano, de Daniel Trevisan Sanzovo e Carlos Eduardo Laburú. O objetivo deste estudo foi investigar os níveis interpretantes iniciais sobre as Estações do Ano apresentados por estudantes em uma disciplina de física de um curso de licenciatura em ciências biológicas de

uma universidade estadual do sul do Brasil. Por meio de um estudo qualitativo, foram analisadas representações verbais textuais e imagéticas sobre tal conteúdo. Constatou-se que todos apresentaram níveis interpretantes equivalentes ao anterior a qualquer instrução, centrando suas explicações na variação da distância da Terra ao Sol, representações indeterminadas ou confusas e a ausência de uma concepção correta sobre o assunto.

A astronomia na formação inicial de professores de ciências, de Samuel Costa, Geison João Euzébio e Felipe Damasio. Este trabalho apresenta um estudo sobre atividades desenvolvidas durante a formação de docentes de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física. A pesquisa foi realizada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Araranguá. É apresentado o processo conduzido para avaliar a formação e seus resultados. As atividades foram analisadas pela ótica dos participantes e discutidas como recurso para a formação docente.

Neste número também publicamos uma resenha de livro:

Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica, de Marcos Daniel Longhini (Org). A resenha, escrita por Rodolfo Langhi, apresenta o livro com suas duas partes, juntamente com apresentação e posfácio. A primeira parte contendo práticas pedagógicas em astronomia e a segunda tratando especificamente do ensino da astronomia, ambas contendo quatro capítulos cada.

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

Agradecemos ao Sr. Walison Aparecido de Oliveira e às Srtas. Ana Cecília de Oliveira e Rebeca Silva de Oliveira pela editoração dos artigos, aos editores associados, aos autores, aos árbitros e a todos aqueles que, direta ou indiretamente, nos auxiliaram na continuidade desta iniciativa e, em particular, na elaboração da presente edição.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

The Latin American Journal of Astronomy Education (RELEA) reaches its 22nd number.

In the context of RELEA's tenth anniversary (completed in 2014), *Ten years of Latin-American Journal of Astronomy Education RELEA: achievements and challenges for international astronomy education development*, has been published in the Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE). Besides an analysis of the articles published in this period, a comparison with other publications in the area in Brazil and abroad has been performed. The path of RELEA as an academic publication and challenges such as: increased submission of articles, especially from Latin American countries, themes not yet addressed in the articles and encouragement of new lines of research in astronomy education for researchers and teachers have been addressed. The full article is available at: <<http://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/JAESE/article/view/9844/9939>>.

Due to its interest for RELEA readers, we are pleased to announce *the XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)*, which will be held at the Institute of Physics of USP in São Carlos, SP, from January 23 to 27, 2017 (<http://www.sbfisica.org.br/~snef/xxii/>). As it happens traditionally, works related to the teaching of astronomy will be presented. The forthcoming program, in addition to lectures, oral communications, panels, round medals, courses and workshops includes a tribute to Prof. Rodolpho Caniato, a pioneer in the field of Astronomy education in our country, participant in the team that taught the Physical Science Study Committee (PSSC), Harvard Project Physics (HPP) and Earth Science Curriculum Project (ESCP) and one of the developers of the "*Projeto Brasileiro para o Ensino de Física*", with practical activities and methodology with accessible resources, that gave rise to the book "*O Céu*", among other activities and publications.

In this issue we have four articles:

Eratóstenes: un ejemplo de trabajo con estudiantes universitarios en didáctica e historia de la astronomía (Eratosthenes: an example of work with university students in didactics and history of astronomy), by Nicoletta Lanciano and Mariangela Berardo. This work presents a study by means of clues to approach the history of Astronomy. For this purpose, a practice with university students and teachers on the work of Eratosthenes to measure the terrestrial meridian was analyzed. The course was developed in a "chain of questions and answers", from an original question where new problems occur and students learn to look for possible answers and solutions.

Expectativas de estudantes sobre a astronomia no ensino médio (Expectations of students about astronomy in high school), by Denis Eduardo Peixoto and Maurício Urban Kleinke. This article presents the results of a survey that investigated the topics of Astronomy that interest most high school students. For this, a questionnaire was applied to 80 students from two schools in the state of São Paulo. The results indicate that the themes that motivate students are linked to science fiction and current research, with great media coverage and a strong interdisciplinary character.

Níveis interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as estações do ano (Interpretant levels presented by higher education students about the seasons), by Daniel Trevisan Sanzovo and Carlos Eduardo Laburú. The objective of this study was to investigate

the initial interpretive levels on the stations of the year presented by students in a Physics discipline of a Professor's course in biological sciences of a state university in the south of Brazil. Through a qualitative study, textual and imaginary verbal representations of such content were analyzed. It was found that all presented interpretive levels equivalent to the previous one without any instruction, centering their explanations on the variation of the distance of the Earth to the Sun, indeterminate or confused representations, and the absence of a correct concept on the subject.

A astronomia na formação inicial de professores de ciências (Astronomy in the initial formation of science teachers), by Samuel Costa, Geison João Euzébio and Felipe Damasio. This work presents a study about activities developed during the training of teachers of a Teacher degree course in Natural Sciences with qualification in Physics. The research was carried out at the *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Araranguá*. The process is presented to evaluate the training and its results. The activities were analyzed from the perspective of the participants and discussed as a resource for teacher training.

In this issue we also publish a book review:

Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica (Astronomy education: experiences and contributions to the pedagogical practice), by Marcos Daniel Longhini (Org). The review, written by Rodolfo Langhi, presents the book with its two parts, along with presentation and afterword. The first part contains pedagogical practices in Astronomy, and the second dealing specifically with the teaching of Astronomy, both containing four chapters each.

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

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

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

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

En el marco de los 10 años de RELEA (completados en 2014), acaba de ser publicado el artículo *Ten years of Latin-American Journal of Astronomy Education RELEA: achievements and challenges for international astronomy education development* en el Journal of Astronomy & Earth Sciences Education (JAESE). Además de un análisis de los artículos publicados en ese período, se efectúa una comparación con otras publicaciones en el área en Brasil y en el extranjero. También se destaca la trayectoria de la RELEA como publicación y desafíos tales como: aumento en la sumisión de artículos académicos, especialmente de los países de América Latina, los problemas que aún no se abordan en los artículos enviados y el incentivo a nuevas líneas de investigación en la enseñanza de la astronomía para los investigadores y profesores. El artículo completo está disponible en: <<http://www.cluteinstitute.com/ojs/index.php/JAESE/article/view/9844/9939>>.

Debido al interés para los lectores de RELEA, aprovechamos la oportunidad para divulgar la realización del *XXII Simpósio Nacional de Ensino de Física (XXII SNEF)* que tendrá lugar en el Instituto de Física de la USP de São Carlos, SP, del 23 al 27 de enero de 2017 (<http://www.sbfisica.org.br/~snef/xxii/>). Como ocurre tradicionalmente, serán presentados relacionados a la educación en astronomía. El programa de esta edición, además de conferencias, presentaciones orales, paneles, mesas redondas, cursos y talleres incluyen un homenaje al Prof. Rodolpho Caniato, un pionero en la astronomía en el ámbito de la educación en nuestro país, participante del equipo que ministró cursos del *Physical Science Study Committee (PSSC)*, *Harvard Project Physics (HPP)* e *Earth Science Curriculum Project (ESCP)* y desarrollador del *Projeto Brasileiro para o Ensino de Física*, con actividades prácticas y metodología con recursos accesibles, lo cual dio origen al libro *O Céu*, entre otras actividades y publicaciones.

En esta edición tenemos cuatro artículos:

Eratóstenes: un ejemplo de trabajo con estudiantes universitarios en didáctica e historia de la astronomía, de Nicoletta Lanciano y Mariangela Berardo. En este trabajo se presenta un estudio por el método de los indicios para abordar un episodio de la historia de la astronomía. Para esto, fue analizada una práctica con estudiantes universitarios y profesores sobre el trabajo de Eratóstenes para medir el meridiano de la Tierra. El curso se desarrolló en una "cadena de preguntas y respuestas" a partir de una pregunta original que produce nuevos problemas y donde los estudiantes aprenden a buscar posibles respuestas y soluciones.

Expectativas de estudiantes sobre a astronomia no ensino médio (Expectativas de estudiantes sobre la astronomía en la escuela secundaria), de Denis Eduardo Peixoto y Mauricio Urban Kleinke. Este artículo presenta los resultados de un estudio que investigó cuáles son los temas de la astronomía que interesan a los estudiantes de secundaria. Para este propósito se aplicó un cuestionario a 80 estudiantes de dos escuelas en el estado de São Paulo. Los resultados indican que las cuestiones que motivan a los estudiantes se conectan a la ciencia ficción y a la investigación actual con gran difusión en los medios de comunicación y de fuerte carácter interdisciplinario.

Níveis interpretantes apresentados por alunos de ensino superior sobre as estações do ano (Niveles interpretantes presentados por alumnos de educación superior sobre las estaciones del año), de Daniel Trevisan Sanzovo y Carlos Eduardo Laburú. El objetivo de este estudio fue investigar los niveles iniciales interpretantes en estaciones que presentan los alumnos en una disciplina de Física de un Profesorado en Ciencias Biológicas en una universidad estatal del sur de Brasil. A través de un estudio cualitativo se analizaron la imaginaria textual y representaciones verbales de dicho contenido. Se encontró que todos tenían niveles interpretantes equivalentes a los anteriores a cualquier instrucción, centrándose sus explicaciones sobre la variación de la distancia de la Tierra al Sol, representaciones indeterminadas o confusas y la ausencia de una correcta concepción del asunto.

A astronomia na formação inicial de professores de ciências (La astronomía en la formación inicial del profesorado de ciencias), de Samuel Costa, Geison Geison João Euzébio e Felipe Damasio. En este trabajo se presenta un estudio sobre las actividades desarrolladas durante la formación de los profesores de un Profesorado en Ciencias Naturales con especialidad en Física. La investigación se realizó en el *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, Campus Araranguá*. Se presenta el proceso efectuado para evaluar la formación y sus resultados. Las actividades fueron analizadas desde la perspectiva de los participantes y discutidas como un recurso para la formación de profesores.

En este número también publicamos una reseña del libro:

Educação em astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica (Educación en astronomía: experiencias y contribuciones a la práctica pedagógica), de Marcos Daniel Longhini (Org). La revisión, escrita por Rodolfo Langhi, presenta el libro con sus dos partes, junto con el prólogo y el epílogo. La primera parte contiene las prácticas pedagógicas en Astronomía y la segunda trata específicamente la enseñanza de la astronomía, ambas con cuatro capítulos.

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

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y a las Srtas. Ana Cecília de Oliveira e Rebeca Silva de Oliveira por la edición de los artículos, a los editores asociados, a los autores, los árbitros y a todos aquellos quienes, directa o indirectamente, nos ayudaron en la continuidad de esta iniciativa y, en particular, en la elaboración de la presente edición.

Editores

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

SUMÁRIO

- 1. ERATÓSTENES: UN EJEMPLO DE TRABAJO CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA**
ERATÓSTENES: UM EXEMPLO DE TRABALHO COM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS EM DIDÁTICA E HISTÓRIA DA ASTRONOMIA
Nicoletta Lanciano / Mariangela Berardo _____ 7
- 2. EXPECTATIVAS DE ESTUDANTES SOBRE A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**
Denis Eduardo Peixoto / Maurício Urban Kleinke _____ 21
- 3. NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS POR ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO**
Daniel Trevisan Sanzovo / Carlos Eduardo Laburú _____ 35
- 4. A ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**
Samuel Costa / Geison João Euzébio / Felipe Damasio _____ 59
- 5. RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA**
Rodolfo Langhi _____ 81

CONTENTS

- 1. ERATÓSTENES: UN EJEMPLO DE TRABAJO CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA**
ERATHOSTENES: AN EXAMPLE OF WORK WITH UNIVERSITY STUDENTS IN DIDACTICS AND HISTORY OF ASTRONOMY
Nicoletta Lanciano / Mariangela Berardo _____ 7
- 2. EXPECTATIVAS DE ESTUDANTES SOBRE A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**
EXPECTATIONS OF STUDENTS ABOUT ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL
Denis Eduardo Peixoto / Maurício Urban Kleinke _____ 21
- 3. NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS POR ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO**
INTERPRETANT LEVELS PRESENTED BY HIGHER EDUCATION STUDENTS ABOUT THE SEASONS
Daniel Trevisan Sanzovo / Carlos Eduardo Laburú _____ 35
- 4. A ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**
ASTRONOMY IN THE INITIAL FORMATION OF SCIENCES TEACHERS
Samuel Costa / Geison João Euzébio / Felipe Damasio _____ 59
- 5. RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA**
REVIEW: ASTRONOMY EDUCATION: EXPERIENCES AND CONTRIBUTIONS TO THE PEDAGOGICAL PRACTICE
Rodolfo Langhi _____ 81

SUMARIO

1. **ERATÓSTENES: UN EJEMPLO DE TRABAJO CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA**
Nicoletta Lanciano / Mariangela Berardo _____ 7

2. **EXPECTATIVAS DE ESTUDANTES SOBRE A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO**
EXPECTATIVAS DE ESTUDIANTES SOBRE LA ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA
Denis Eduardo Peixoto / Maurício Urban Kleinke _____ 21

3. **NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS POR ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO**
NIVELES INTERPRETANTES PRESENTADOS POR ALUMNOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO
Daniel Trevisan Sanzovo / Carlos Eduardo Laburú _____ 35

4. **A ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS**
LA ASTRONOMÍA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS
Samuel Costa / Geison João Euzébio / Felipe Damasio _____ 59

5. **RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: EXPERIÊNCIAS E CONTRIBUIÇÕES PARA A PRÁTICA PEDAGÓGICA**
RESEÑA: EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA: EXPERIENCIAS Y CONTRIBUCIONES A LA PRÁCTICA PEDAGÓGICA
Rodolfo Langhi _____ 81

ERATÓSTENES: UN EJEMPLO DE TRABAJO CON ESTUDIANTES UNIVERSITARIOS EN DIDÁCTICA E HISTORIA DE LA ASTRONOMÍA

*Nicoletta Lanciano*¹
*Mariangela Berardo*²

Resumen: Mediante el análisis de un ejemplo práctico, se presenta la riqueza que emerge del método de los indicios para introducir la práctica de la historia de la Astronomía. Este método fue probado con estudiantes universitarios y profesores en formación. En el caso analizado, el tema de investigación para los estudiantes es el trabajo de Eratóstenes para medir el meridiano terrestre. El curso se construye y desarrolla a través de la “cadena de preguntas y respuestas”. A partir de la pregunta original, nuevas problemáticas toman forma y los estudiantes aprenden a buscar posibles respuestas y soluciones.

Palabras clave: Método de los indicios; Didáctica de las ciencias en el ámbito universitario y de formación inicial y continua; Eratóstenes; Historia de las ciencias; Aproximaciones y errores.

ERATÓSTENES: UM EXEMPLO DE TRABALHO COM ESTUDANTES UNIVERSITÁRIOS EM DIDÁTICA E HISTÓRIA DA ASTRONOMIA

Resumo: Por meio da análise de um exemplo prático, se apresenta a riqueza que emerge do método dos indícios para introduzir a prática da história da Astronomia. Este método foi testado com estudantes universitários e professores. No caso analisado, o tópico de pesquisa dos estudantes foi o trabalho de Eratóstenes para medir o meridiano terrestre. O curso se constrói e desenvolve através de uma “corrente de perguntas e respostas”. A partir da pergunta original, novas problemáticas tomam forma e os estudantes aprendem a procurar possíveis respostas e soluções.

Palavras-chave: Método dos indícios; Didática das ciências no nível universitário e de formação inicial e contínua; Eratóstenes; História das ciências; Aproximações e erros.

ERATHOSTENES: AN EXAMPLE OF WORK WITH UNIVERSITY STUDENTS IN DIDACTICS AND HISTORY OF ASTRONOMY

Abstract: We present below, through an example, the richness of the use of a method of clues to enter the history of Astronomy, tested with university students and teachers in training. The question presented as an example is the study of the work of Eratosthenes to measure the Earth's meridian. It shows how the course generates a chain of questions and new questions and problems arise as the students learn to look for answers and solutions.

Keywords: Method circumstantial/for clues; University teaching and training teachers; Eratosthenes; History of sciences; Approximations and errors.

¹ Sapienza Università di Roma y MCE – Italia. E-mail: <nicoletta.lanciano@uniroma1.it>.

² MCE Movimento di Cooperazione Educativa – Italia. E-mail: <mariangela.berardo@gmail.com>.

1 Introducción

El objetivo de este artículo es hacer hincapié en lo importante que resulta, en la práctica docente, mantener una atención especial al problema de las fuentes y traducciones a través de las cuales se estudian los textos antiguos. El uso de un gran número de anécdotas históricas es el método utilizado a menudo en las escuelas para describir los acontecimientos clave de la historia de la ciencia. Este método está relacionado con una construcción de la historia lineal y positivista, sin tener en cuenta los contextos que hayan favorecido, detenido o incluso atrasado su desarrollo. Por ello, proponemos "tratar a fondo un problema", de tal suerte de exponer su complejidad, destacando la multiplicidad de sus relaciones y posibles aproximaciones, y las diferentes escalas en las que podemos estudiar el mismo problema.

El trabajo sobre los aspectos históricos es particularmente útil de manera especial para trabajar algunas cuestiones específicas de la educación científica. Esto se reflejará en la construcción del conocimiento, del cómo y porqué del mismo, ya que a veces algunos matices de conocimiento se han olvidado o algún aspecto permanece oculto. Este permite repensar también los errores cometidos en la historia, aun si estos errores permitieron adquirir conocimientos que hoy pueden ser considerados obvios y disponibles desde siempre para todos.

Además, es importante aprender a reconocer la diferencia entre fuentes primarias, secundarias e intermedias de los trabajos de los antiguos griegos (en este caso). En nuestro caso, se trata de los autores antiguos que se conocen, aun cuando las fuentes primarias se han perdido total o parcialmente.

También es importante conocer la historia de los textos antiguos, no solo para reconocer el legado que sus autores nos han dejado en sus propios textos, sino también en sus concepciones de la manera que han sido relatadas por otros autores en los objetos, imágenes y construcciones. Por lo tanto, es esencial para aprender a buscar, leer, seleccionar, comprender y disfrutar de estos testimonios, y para ello es necesario formar estudiantes sensibles a estos temas, ya que oportunamente se les presentará en su trabajo educativo. Del mismo modo, consideramos fundamental que los estudiantes o profesores (en formación) se encuentren con los mismos obstáculos epistemológicos que se han encontrado los autores en la historia del pensamiento científico. Los estudiantes se ven obligados a pensar en diferentes ejes: ¿Cuál era el valor absoluto o relativo de ciertos conocimientos en relación al momento en que fueron ideados? ¿Qué errores han obstaculizado el desarrollo de un nuevo conocimiento? ¿Qué errores y aproximaciones, por el contrario, permitieron llegar a nuevos conocimientos, incluso si no todo era correcto?

Esta perspectiva, como educadores, nos hace también aprender a tolerar y manejar los errores de los estudiantes. El enfoque histórico ayuda a desarrollar un ojo crítico, incluso para los conocimientos actuales, ya que ellos son sólo una parte de la historia que todavía está en curso. Una mirada crítica sobre el papel desempeñado por las distintas ramas del saber, en diferentes épocas y sociedades, muestra cómo la división del conocimiento en disciplinas separadas puede ser muy exitosa, pero también es limitante. En nuestro curso, las disciplinas que entran en juego son siempre plurales: en el caso estudiado, la Astronomía es acompañada por la Geografía y las Matemáticas. La dimensión histórica y cultural hace que sea posible presentar estas disciplinas como

actividades intelectuales que no son neutrales y absolutas, sino como un proceso, y no como un objeto concluido y ahistórico.

En este trabajo utilizamos el método de los indicios para reconstruir la obra de geógrafo Eratóstenes, que en el siglo III antes de Cristo consiguió una medida del meridiano y con él calculó la circunferencia de la Tierra. Las diferentes versiones del enfoque utilizado por Eratóstenes que se encuentran en los libros de texto, en ciencias e historia de la Astronomía, son analizadas durante el curso y se discuten sus diferencias de manera crítica.

2 Metodología

2.1 Didáctica universitaria cooperativa

El método considerado tiene sus raíces en la práctica educativa del *Movimento di Cooperazione Educativa Pedagogía Freinet* (MCE) en la didáctica de la Astronomía y las Matemáticas, y no en la investigación de la historia de la Ciencia en el sentido estricto. Por lo tanto, es un enfoque que puede ser definido como "artesanal": se utiliza una práctica docente que "empuja" al profesor, así como a los estudiantes, a adoptar una actitud de "investigación". Esto significa que "trabajan juntos, se están preguntando y buscando algo que no conocen totalmente *a priori*, realizan o no descubrimientos, crecen juntos en el conocimiento del objeto de estudio".

Sin embargo, el profesor es más consciente de los diferentes elementos de la investigación, ya que examinó previamente los textos y desarrolló las preguntas iniciales para proponer al grupo. Tiene un fondo más amplio de los conocimientos y conceptos relacionados con la disciplina, y utiliza sus habilidades de enseñanza solicitando a los estudiantes con su método socrático. Y detiene (si es necesario) a alguno de ellos que expone el conocimiento "ya conocido" y que impide a los otros de construir su propio camino de interrogatorio e investigación. El profesor es el que sostiene la línea de investigación: proporciona el material, los textos y las medidas para efectuar la búsqueda. La tarea del profesor es responder a una pregunta formulada con otras cuestiones, para advertir si el grupo utiliza inconscientemente implícitos, para poner en relieve si las creencias compartidas por el grupo en su conjunto son una respuesta o un nuevo problema.

En la práctica, el profesor es la salvaguarda del espíritu de investigación y mantiene el encadenamiento de las preguntas que se plantean. Los resúmenes de elementos en común son útiles para efectuar síntesis parciales, resaltar los conocimientos adquiridos, los que quedan por explorar, y para revisar los cuestionamientos que permanecen abiertos.

A veces, durante la lección se propone una especie de "contemplación" silenciosa de imágenes, textos, instrumentos de medición y modelos: la invitación es a dedicar tiempo para examinar los objetos como cosas que pueden hablar, se pregunta sin temor a equivocarse o a ser inadecuado para hacer una pregunta, porque todas las preguntas son potencialmente relevantes: todas las preguntas están permitidas, pero tal vez no todas serán respondidas. Este procedimiento corresponde a "perder el tiempo" en el sentido didáctico indicado por Emma Castelnuovo: una pérdida de tiempo productiva

y necesaria para el desarrollo de la inteligencia y la construcción del conocimiento personal. Esto significa no ser “prensado” o “pensar”, sino dar la bienvenida a los comentarios de las asociaciones mentales de los alumnos que comparan y organizan la información y los datos.

La intención explícita es mostrar una práctica de enseñanza en la que trabajamos mucho sobre el mismo tema, pero con el fin de conocer sus aspectos de complejidad. Dar una clase magistral podría responder rápidamente a la pregunta planteada al inicio del curso. La elección de trabajar con el proceso que se describe en detalle a continuación está dictada por la convicción de que en el contexto de la educación, un elemento de éxito es “dar un buen ejemplo de la práctica de la enseñanza”. Esto permite a los estudiantes situarse en un verdadero proceso científico de la construcción colectiva del conocimiento, en la que algunos frenan y plantean preguntas en digresión, o alguien tiene una idea básica para resolver el problema o presenta un modelo que permite la comprensión de los demás, tal como sucede en la comunidad científica. Es necesario, en nuestra opinión, que los maestros y educadores se pongan en situaciones en las que se permita construir, de forma independiente, las competencias transversales tales como la creatividad, la reflexividad y la capacidad de cooperación. Para ello hemos creado las técnicas de aprendizaje activo y cooperativo con el fin de desarrollar la autoestima, la creatividad y la confianza en su propia capacidad de reflexión. Esto se puede realizar, entre otras formas, a través de la elaboración de textos de reflexión escritos durante éste proceso de aprendizaje.

A respecto de los errores incurridos, es evidente desde el principio del curso que son muy útiles a su desarrollo. Para superar las dificultades cognitivas se deben desarrollar actividades frecuentes, incluyendo actividades prácticas, seguidas de fases de conceptualización. Por ejemplo, cuando nos dimos cuenta de que el concepto de "latitud" en el caso analizado aquí presentaba dificultades para la comprensión, hemos propuesto la construcción de modelos tridimensionales para hacer más evidente la definición teórica (LANCIANO, 2014).

2.2 Empezar con una sola cuestión estimulante

En el curso de Didáctica de las Ciencias, hemos construido un método que llamamos "de los indicios" en el sentido de que empezamos compartiendo unos indicios variados para ayudar a resolver un problema complejo. La cuestión que nos planteamos para empezar puede parecer trivial para algunos, para otros imposible porque todas las palabras son "desconocidas", o para otros sin interés por ser demasiado "especializada".

A cada año del curso el camino de búsqueda se relaciona a un personaje, un científico, especialmente un astrónomo, a las particularidades de su tiempo, a los lugares en los que trabajó y a las preguntas que se ha planteado. Por ejemplo, cuando nos preguntamos "¿por qué Copérnico estaba en Roma en el año 1500?" hicimos un recorrido en la zona de la iglesia *de San Ivo alla Sapienza*, sede en 1500 de la Universidad, donde Copérnico estaba de visita; en la *Academia de Ciencias de Polonia* (el trabajo de Copérnico estaba escrito en polaco), se analizaron documentos (muchos de los cuales estaban escritos en latín o en polaco) añadiendo así un nuevo reto, el de la lengua, lo que nos llevó a utilizar otros tipos de indicios para comprender los textos. Para trabajar sobre Galileo, la atención recayó en sus viajes por Italia. Las mediciones

de espacio y tiempo fueron centrales: los años, en 1600, no se calcularon a partir del mismo día en los Estados Pontificios y el Gran Ducado de Toscana y de Pisa, y también se midieron las horas de acuerdo con el sistema horario correspondiente. El estudio de su extensa correspondencia, lo que da una idea de la vitalidad de la comunidad científica europea de la época, permite escapar de un aislamiento científico que a veces los grandes nombres de la historia pueden hacer imaginar.

Al inicio del curso se preparó un panel en el que estaba escrita la pregunta original, y que se completó más adelante, junto con las suposiciones, los conocimientos y las preguntas emergentes. Cuando se trabajó con Tolomeo, la pregunta original era "¿cómo Tolomeo podía calcular la latitud de Roma?". Para responder a esta pregunta, nos preguntamos por el conocimiento geográfico previo a Tolomeo en el Mediterráneo, y fue durante esta investigación donde nacieron la reflexión y el desarrollo de la experiencia de Eratóstenes, que son el propósito de este trabajo.

3 Eratóstenes: el camino por medio de indicios

El texto presentado se relata a un trabajo didáctico llevado a cabo más veces con estudiantes universitarios por un total de casi 25 horas, y con un grupo de docentes en formación continua a través de una práctica residencial, con una duración de diez horas. La secuencia de preguntas, así como las hipótesis y las imágenes producidas y elaboradas, son relacionadas con las experiencias realizadas, según la pedagogía Freinet que utiliza el "método de la mayéutica socrática" y que trabaja sobre el origen y la construcción de las preguntas más que sobre la transmisión/adquisición de nociones. Numerosos grupos, escuelas y aficionados han organizado experimentos que replican, de un modo u otro, y en diferentes niveles, la medida del radio de la Tierra inspirada en el trabajo de Eratóstenes. Cientos de grupos han trabajado en este tema con grupos de estudiantes, pero nuestro enfoque es presentar una reflexión sobre las numerosas preguntas que pueden haber quedado sin respuesta, o que tienen una respuesta no trivial: en cambio, este mismo problema está presentado en los textos y sitios de internet como una experiencia con una trayectoria lineal y "simple", sin presentar dudas y cuestiones abiertas. Para un primer acercamiento al problema escribimos la pregunta que le da origen al trabajo, en una hoja grande de papel "¿Cuál problema se planteó Eratóstenes?". Esta es la primera pregunta que genera, en las lecciones del curso, una serie de otras cuestiones.

3.1 La primera pregunta: "¿Quién fue Eratóstenes?"

Cuando preguntamos "¿cuál problema se planteó Eratóstenes?", la primera cuestión que los estudiantes plantean de inmediato es "¿quién fue Eratóstenes?". Claramente era una persona que tenía una cuestión, y realizó una investigación. Alguien responde: "fue un matemático, un filósofo, un griego que estaba en Egipto"; después esta información se hace más precisa y llegamos a decir que Eratóstenes había nacido en la costa de África, en Cirene, había estudiado en Atenas, y trabajaba en Alejandría, donde fue responsable de la Gran Biblioteca. Esto significa que en el mar Mediterráneo las personas conocían los países y las escuelas científicas cercanas, donde por lo menos los científicos cruzaban el mar, se encontraban y se escribían.

Nace así una segunda pregunta: “¿en qué lugares trabajó?”. Seguramente alguien recuerda una historia que involucra Alejandria y Siena, pero “¿Eratóstenes, que trabajaba en Alejandria, había estado personalmente en Siena?” Estudiamos un mapa del valle del Nilo realizado en 1500 con los datos de la Geografía de Tolomeo. “¿En qué época trabajaba Eratóstenes?” Sabemos que precede a Tolomeo (siglo II dC), pero algunos de los estudiantes mencionan la hipótesis que vivió en el II-I siglo aC, después de Tales de Mileto, quien vivió en el siglo VI antes de Cristo. Finalmente, podemos dar una respuesta a nuestra primera pregunta: el problema del geógrafo Eratóstenes era establecer el tamaño de la Tierra, entonces precisaba medir su radio.

3.2 “¿Que sabía Eratóstenes y cuáles son sus observaciones?”

Para seguir en la investigación es necesario plantearse una nueva pregunta: “¿Que sabía Eratóstenes y cuáles son sus observaciones?”.

Eratóstenes observaba las sombras del Sol en diferentes épocas del año y señaló que el mismo día en Alejandria y Siena, que está más al Sur, las sombras de los objetos verticales del mismo tamaño no tienen la misma longitud. Especialmente Eratóstenes encontró (directamente, a menos que lo supiera indirectamente) que el día del Solsticio de Verano al mediodía, la sombra medida con el cuenco hemisférico en Alejandria es $1/50$ del círculo máximo del cuenco (el cuenco es un hemisferio cóncavo con un gnomon en el medio del mismo tamaño del radio de la esfera), y por lo tanto el ángulo entre los rayos del Sol y el *gnomon* vertical en Alejandria tiene un valor de $1/50$ de 360° , o sea de $7^\circ 12'$ (Figura 1).

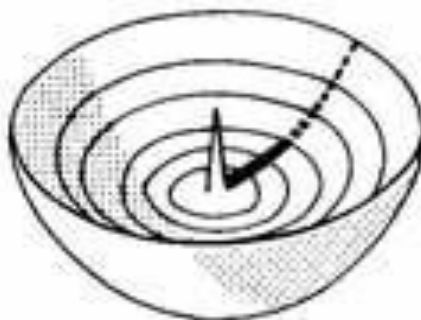


Figura 1 - Reloj de Sol: cuenco hemisférico con el *gnomon* en el centro.

Fonte: (CLEÓMEDES, p.245).

Se observa que en Alejandria, los rayos del sol forman un ángulo de $7^\circ 12'$ con la dirección del Zenit, mientras que en la ciudad de Siena (casi en el Trópico de Cáncer), donde el Sol pasa por el Zenit el mismo día, este ángulo es de 0° y el Sol ilumina el fondo de un pozo con su eje posicionado radialmente desde el centro de la Tierra (Figura 2).

típico y común, incluso en los adultos, sobre el cual resulta útil pensar. La pregunta sobre el origen de esta "historia del pozo" de Siena nos lleva a conocer el texto de Plinio (siglo I aC). Nacen así otras preguntas: "para ver la luz solar en el fondo del pozo, ¿se debe medir su anchura y su profundidad?".

Se propone profundizar el asunto: no es sólo en la "línea" del trópico al mediodía en el Solsticio de Verano que las sombras desaparecen, sino también lo hacen en una "banda", con un ancho de unos 300 estadios, o sea de unos 50 km en torno de esta línea (CLEÓMEDES p.124). Esta medida da una idea del nivel de precisión en la medición de la longitud de la sombra de un objeto al Sol.

3.4 "¿Cuáles son las hipótesis de Eratóstenes?"

Para dar una interpretación de las observaciones precedentes como lo hizo Eratóstenes, son necesarias algunas hipótesis: "¿Cuáles son las hipótesis de Eratóstenes?"

Eratóstenes hace las siguientes suposiciones:

- Que la Tierra es esférica. Este asunto provoca una gran discusión, porque muchos piensan que hasta Cristóbal Colón o hasta la época de Copérnico se pensaba que la Tierra fuese plana.
- Que Siena está sobre el Trópico del Cáncer.
- Que Alejandría y Siena se encuentran sobre el mismo meridiano
- Que los rayos del Sol, que llegan a la Tierra, son paralelos entre sí.

Un estudiante plantea una nueva pregunta: "¿Porque Eratóstenes descarta que los rayos del Sol diverjan si la Tierra fuese plana, y por qué acoge la idea de que los rayos son paralelos y la Tierra tiene una curvatura?" ¿tiene Eratóstenes, en la antigüedad, una demostración o un intento de demostración para preferir una hipótesis más que la otra? Esta pregunta es el resultado de una buena capacidad de visión espacial. Encontramos en el libro *L'America dimenticata* (RUSSO, 2013, p.121) que en un texto chino de la misma época que Eratóstenes es aceptada la primera hipótesis (Figura 3).

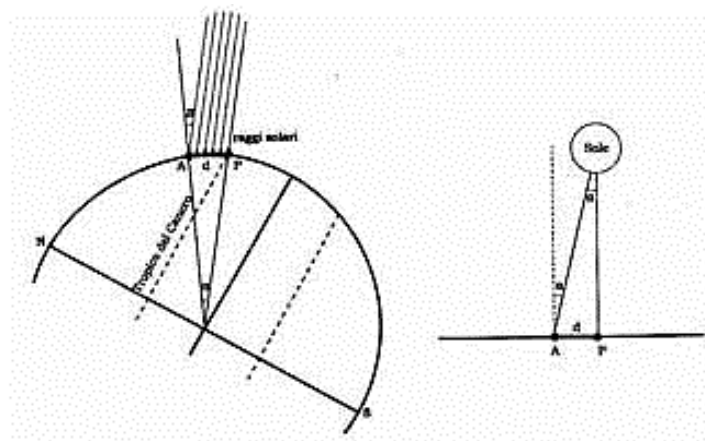


Figura 3 - Dos interpretaciones diferentes, en Grecia (izquierda) y en China (derecha), de los mismos datos.

Fonte: (RUSSO, 2013, p.121).

Las pruebas encontradas en fuentes antiguas se basan en las siguientes observaciones: en un meso-espacio (jardín, patio), es fácil comprobar que los objetos en posición vertical generan sombras paralelas y que, por lo tanto, las hipotenusas de los triángulos formados por los objetos, las sombras y los rayos del Sol, son paralelas entre sí. En el mega-espacio del planeta, ésta condición sólo se cumple si uno hace la fuerte suposición de esfericidad de la Tierra y de una gran distancia entre el Sol y la Tierra.

En el curso se abordan también preguntas propiamente relacionadas con la historia:

- ¿En el siglo III aC, ya se organizaba la Tierra con los meridianos y los paralelos?
- ¿Había en ese momento alguna estrella que tuviera la función de la estrella del Norte?

Buscamos algunos valores geográficos relativos al tercer siglo antes de Cristo:

- Alejandría tenía la latitud de $31^{\circ} 12'$ y longitud de $29^{\circ} 54'$;
- Siena tenía la latitud $24^{\circ} 00'$ y longitud $32^{\circ} 53'$;
- El Trópico de Cáncer tenía la latitud $23^{\circ} 43' 20''$, que es diferente del valor actual que es aproximadamente $23^{\circ} 26'$, es decir, la inclinación del plano del Ecuador respecto del plano de la Eclíptica no es constante.

Observamos, a este respecto, la imagen de una ciudad en México, donde cada año se añade un panel a unos 8 metros del anterior para marcar el movimiento de la línea del Trópico. Esto muestra un movimiento rápido que contrasta con los datos estáticos de la posición de las zonas tropicales transmitidas por la escuela y el sentido común. Esta imagen transmite una información que muestra cómo nuestro conocimiento geográfico es muchas veces rígido y absoluto (WIKIPEDIA, 2016).

3.5 Los cálculos utilizados en su método por Eratóstenes

Como la diferencia angular entre los rayos del Sol en Alejandría y Siena, es $1/50$ de 360° o $7,2^{\circ}$ y es igual a la diferencia de latitud entre las dos ciudades (ángulo que se forma en el centro de la Tierra mediante la prolongación de las dos verticales), Cleómedes (I, 10 6) escribe que:

"Por lo tanto, la relación que existe entre el arco del círculo contenido en el hemisferio cóncavo del reloj (la sombra, MN) y el círculo total correspondiente es la misma que la relación del arco de círculo que va de Siena a Alejandría (SA) y el círculo total correspondiente (de la Tierra)." (CLEÓMEDES, p.125, traducción español de Cot). (Ver Figura 2).

De la correspondencia entre los ángulos y arcos, Eratóstenes puede definir y resolver la siguiente proporción:

$$1/50 = (\text{distancia Alejandría-Siena medida en estadios}) / X$$

donde el factor X desconocido es igual a la medida de un meridiano, es decir $2 \pi r$, donde r es el radio de la Tierra, desconocido. Por lo tanto

$$X = 50 \times 5000 \text{ estadios} = 250.000 \text{ estadios}$$

La distancia real entre Siena y Alejandría es de 786 km, muy próxima de 5000 estadios x 157,5 metros, si tomamos como medida de 1 estadio de la época 157,5 metros.

Cleómedes, que es el único autor que escribe íntegramente el razonamiento de Eratóstenes, da el valor de 250.000 estadios y de 1/50 para el ángulo, pero él es un divulgador que está más interesado en el método que en los resultados numéricos precisos. Otros autores proporcionan datos contradictorios: por ejemplo, algunos dan como 5250 estadios la distancia entre Alejandría y Siena y 1/48 para el ángulo medido en Alejandría; a partir de estos datos encontramos $5250 \times 48 = 252.000$ estadios para el meridiano. Si el estadio mide 157,5 m, la circunferencia de la Tierra resulta $157,5 \times 252.000 = 39.690$ km, muy cercana a lo que hoy se estima, como valor medio, de 40.075 km. Eratóstenes habría cometido así un error de aproximadamente 1%.

La inclinación de los rayos del Sol al mediodía, respecto del gnomon vertical en el Solsticio de Verano en Alejandría es de $7^\circ 12' = 7,2^\circ$, y en Siena es de 0° . A partir de ahí se calcula

$$7.2^\circ - 0^\circ = 7,2^\circ.$$

Vale la pena señalar, desde un punto de vista didáctico, que se trata de una diferencia entre dos ángulos, incluso si uno de los dos mide "0 °". Pero el mismo método se puede utilizar con dos sitios que se encuentran en el mismo meridiano en diferentes latitudes, en cualquier otro día del año, y en estos casos los ángulos a medir son 2 además de ser necesario calcular su diferencia. Este es el caso del Solsticio de Invierno, como lo menciona rápidamente Cleómedes.

En resumen, las fuentes históricas antiguas dan para la distancia entre Alejandría y Siena medidas de 5000 o 5250 estadios y para el ángulo medido en Alejandría $7^\circ 12'$ o $7^\circ 30'$. El valor del meridiano correspondiente es igual a 250 000 o 252 000 estadios: el segundo valor proviene del primero o tal vez es un "ajuste" hecho por Eratóstenes, siendo que 252.000 es un número con muchos divisores enteros incluyendo el 6. De hecho 6° constituían un *exacontade* (unidad de medida de ángulos). Descubrimos además que 2520 es divisible por 1, 2, 3, ... 9, 10, y también por 12,14,15,18,20 y muchos otros enteros y luego por 60, 360 y 700: esta es una rica serie de submúltiplos muy útiles. Si aceptamos este valor, nos encontramos con que

$$252000: 360^\circ = 700 \text{ estadios: } 1^\circ$$

Por lo tanto, un grado corresponde a 700 estadios, hecho muy importante en la historia de la medición de la Tierra: Tolomeo, en lugar de adoptar la medida de 700 estadios para 1° , eligió en cambio 500 estadios, como lo había calculado Posidonio, con graves consecuencias posteriores para la cartografía y los viajes. Esto sin contar que existe además el problema del valor en metros del estadio. Esto lleva a otras consideraciones históricas con respecto a cómo se definió el valor del metro como la longitud de $1/400\,000\,000$ del meridiano terrestre: un número sin duda "muy propio" que permite determinar *a posteriori* la longitud exacta del metro.

Además, se plantea la cuestión de cómo era posible medir grandes distancias con precisión y confiabilidad en el suelo en una línea recta entre dos lugares que no se "ven" el uno al otro. Guedj en su libro *Los cabellos de Berenice*, describe la actividad de los *bematistas*, topógrafos que a un ritmo regular eran capaces de mantener el mismo

ritmo de caminata durante días y millas. Esto fue suficiente para contar sus pasos, incluso para estimar grandes distancias.

3.6 “¿Cuáles errores había cometido Eratóstenes y qué aproximaciones hay en sus cálculos?”

A continuación se presentan algunos errores cometidos por Eratóstenes en sus hipótesis:

- Siena no está exactamente en el Trópico
- Alejandría y Siena no están exactamente en el mismo meridiano.

En esta investigación resulta necesario tener datos lo más precisos posible sobre las coordenadas de los lugares en diferentes épocas, además existe la dificultad de saber cuáles eran exactamente los puntos considerados para medir las sombras en las dos ciudades. De aquí resulta el descubrimiento de la dificultad en determinar la longitud de un lugar en contraste a la relativa facilidad (y la variedad de formas) que se conocían en la época de Eratóstenes para determinar la latitud de un lugar. De hecho, la latitud es dada por:

- La altura del polo celeste sobre el horizonte
- La relación de las sombras al mediodía: la más larga del año en el Solsticio de Invierno y la más corta en el Solsticio de Verano
- La relación entre la duración del día más largo y el más corto del año, en los Solsticios.

Todos los círculos meridianos son iguales entre sí: esto significa que, al mismo número de estadios o días de caminata a lo largo de un meridiano corresponde un número igual de grados de latitud. Sin embargo, para las longitudes cuando uno se mueve de este a oeste a lo largo de un paralelo cerca del ecuador o cerca de los polos, el número de grados que corresponde a un estadio o a un día de camino es muy diferente: el máximo de grados que corresponden a 1 estadio se alcanza en el Ecuador y el mínimo cerca del Polo, porque los paralelos tienen medidas diferentes.

Descubrimos el sentido que tienen en algunos mapas, como el *Ecumene* de Tolomeo la indicación, en algunos paralelos, de las millas correspondientes a una diferencia de longitud de 1° . Por lo tanto debemos hacer un cálculo, para cada paralelo, para averiguar la cantidad de millas que corresponden a 1° o cuántos grados corresponden a una cierta distancia lineal.

A través del cálculo del tamaño de la Tierra surge otra pregunta matemática: ¿cuál es el valor utilizado para π por Eratóstenes en el siglo III aC en Alejandría? ¿Es igual o algo mayor que 3? ¿Se trata de un valor expresado a través de una suma de fracciones? ¿Y cómo eran expresadas las partes o fracciones de la unidad angular y de las unidades de medida de longitud lineales en Grecia y en Egipto en esa época?

4 Conclusiones y preguntas abiertas

4.1 Terminar un curso con más preguntas de las que se pusieron al comienzo

La complejidad de las relaciones entre distintos campos del saber, y dentro de una misma disciplina, entre períodos de la historia y entre lugares geográficamente diferentes, aparece en este trabajo en toda su riqueza y como una dimensión esencial del conocimiento. Muchas preguntas, sin embargo, permanecieron abiertas, y surgieron muchas nuevas preguntas en el camino: algunas preguntas quedaron abiertas debido al limitado conocimiento del grupo de estudiantes, para otras preguntas las razones de las dificultades están en la historia de la ciencia. Entre estas:

- No se conoce la ubicación exacta donde se hicieron las medidas en Alejandría y especialmente en Siena
- Eratóstenes, que conocía la geometría de Euclides, ¿midió la distancia entre Alejandría y Siena, que no están en el mismo meridiano, o la distancia entre Alejandría y su proyección ortogonal sobre la línea del Trópico?
- ¿Qué tipo de *gnomon* o reloj de Sol, se utilizó en Alejandría para determinar la sombra con precisión? ¿fue un cuenco hemisférico, como se puede deducir del texto de Cleómedes?
- ¿Cuál método utilizaron los cartógrafos egipcios para medir la distancia entre Alejandría y Siena? ¿Fueron utilizados los bematistas (personas que marchaban con un paso regular en cada fracción de tiempo)?
- ¿Hubo realmente un pozo en Siena, o es parte de la leyenda?
- ¿Cuál medida del estadio utilizó Eratóstenes y a cuantos metros corresponde?
- ¿Calculó Eratóstenes el número de estadios correspondientes a un círculo de la Tierra, o calculó también el número de estadios correspondientes a otros paralelos diferentes del Ecuador? (en el *Ecumene* de Tolomeo encontramos las medidas de Anti-Meroe y Thule)
- ¿Por qué Posidonio, Marino de Tiro y Tolomeo no utilizaron los datos calculados por Eratóstenes y en su lugar utilizan la correspondencia de 1° a 500 estadios (y no 1° a 700 estadios)?

La riqueza del método de los indicios se demuestra por la amplitud a la que conduce en un trabajo que ofrece una gran cantidad de nuevos conocimientos y promueve el encuentro con la complejidad de la construcción del conocimiento científico e histórico. Se mostró cómo las matemáticas avanzaron para tratar de responder a los problemas reales y la forma en que están arraigadas en los terrenos y las culturas que las expresan.

4.2 Conclusiones didácticas

Hemos mostrado una metodología adecuada para permitir a los estudiantes mostrar su propio cuestionamiento, construir interrogaciones desde lo que pensaban

adquirido y “cierto”, de llegar a ser capaces de plantearse nuevas preguntas, en vez de buscar rápidamente respuestas.

Los estudiantes al final del curso quedan maravillados de que habían pasado tres meses alrededor de una única pregunta. Esto favorece sus habilidades de investigación, sus habilidades para buscar materiales y noticias útiles y complejas, de analizar experiencias con un objetivo preciso y común. Los estudiantes lograron ejercitar estas capacidades además de adquirir los conocimientos del contenido específico del tema de estudio.

Agradecimientos

Las autoras agradecen al Prof. Jorge E. Horvath pela traducción del artículo original en francés.

Referencias

CASATI, R. **La scoperta dell'ombra**. Milano: Mondadori, 2000.

CLEÓMEDES. **De motu circulari corporum caelestium**. Traducción al francés. Teoría básica R. Goulet (Trad.) París: Vrin, 1980.

CLEÓMEDES. **Dos libros sobre la contemplación de las órbitas Celestes**. CASALDERREY, F. M. (Editor); COT, R. (Traducción); BERGASA, J. (Prólogo), Madrid: FESPM (en la prensa).

FONDATION LA MAIN À LA PÂTE. **Sur les pas d'Eratosthène**. Disponible: <<http://www.fondation-lamap.org/fr/eratos>>. Accés: 19 dez. 2016.

GUEDJ, D. **Les cheveux de Bérénice**. París: Seuil, 2003.

LANCIANO, N. Navigare tra il cielo e terra che cos'è la latitudine. In: Convegno UMI-CIIM, 32., 2014. Italy. **Anais...** Italy: UMI-CIIM, 2014. Disponible: <http://www.umi-ciim.it/wp-content/uploads/2014/10/Lanciano_Navigare-tra-il-cielo-e-la-terra.pdf>. Accés: 10 nov. 2016.

MISURIAMO LA TERRA. Disponible: <http://www.vialattea.net/eratostene/index.php?option=com_content&view=article&id=274&Itemid=167>. Accés: 10 nov. 2016.

PIERRICK AUGER. **mesure de la terre**. [S.l: s.n.]. Disponible: <<https://www.youtube.com/watch?v=eg0GH1eFq6M>>. Accés: 10 nov. 2016.

RUSSO, L. **L'America dimenticata**. Milano: Mondadori, 2013.

RUSSO, L. **La Rivoluzione dimenticata**. Milano: Feltrinelli, 1997.

WIKIPEDIA. **Tropico del Cancro**. [S.l: s.n.], 2016. Disponible: <https://it.wikipedia.org/w/index.php?title=Tropico_del_Cancro&oldid=80079937>. Accés: 10 nov. 2016.

Artigo recebido em 12/07/2016.

Aceito em 06/12/2016.

EXPECTATIVAS DE ESTUDANTES SOBRE A ASTRONOMIA NO ENSINO MÉDIO

*Denis Eduardo Peixoto*¹
*Maurício Urban Kleinke*²

Resumo: A literatura atual relata que o ensino de astronomia seja motivador e interessante para a educação básica, porém os conteúdos sugeridos pelas orientações curriculares nacionais parecem não atrair alunos e professores de maneira a chamar-lhes a atenção para um estudo transcendente a disciplina de ciências no Ensino Fundamental ou a disciplina de física para o Ensino Médio. Através da aplicação de um questionário para 80 alunos do Ensino Médio e participantes da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica de duas escolas do estado de SP, obtivemos resultados que nos indicam que os temas de astronomia que motivam os alunos são temas ligados à ficção científica e às pesquisas atuais, alvo de grande divulgação midiática e com forte caráter interdisciplinar. Ao final sugerimos uma nova contextualização para o ensino de astronomia, através da inserção de temas aliados a outras áreas do saber para o que chamamos de “ensino de astrofísica interdisciplinar”.

Palavras-chave: Expectativa sobre astronomia; Ensino de astronomia; Motivação em astronomia; Ensino médio; Ensino de astrofísica.

EXPECTATIVAS DE ESTUDIANTES SOBRE LA ASTRONOMÍA EN LA ESCUELA SECUNDARIA

Resumen: La literatura actual indica que la enseñanza de la astronomía es motivadora e interesante para la educación básica, pero el contenido sugerido por las directrices curriculares nacionales no parecen atraer a los estudiantes y profesores con el fin de trascender la disciplina Ciencias para escuela primaria y la disciplina Física para la escuela secundaria. Mediante la aplicación de un cuestionario a 80 estudiantes de escuela secundaria y participantes de Olimpiada Brasileña de Astronomía y Astronáutica en dos escuelas del estado de Sao Paulo, se obtuvieron resultados que indican que los temas de astronomía que realmente motivan a los estudiantes son los temas vinculados a la ficción científica y la investigación actual, ampliamente publicitadas en los medios de comunicación y con fuerte carácter interdisciplinario. Al final de la obra, se aconseja un nuevo contexto para la enseñanza de la astronomía, mediante la inserción de temas combinados con otras áreas del conocimiento a lo que llamamos “la enseñanza de la astrofísica interdisciplinar”.

Palabras clave: Expectativa sobre astronomía; Educación en astronomía; La motivación por la astronomía; Escuela secundaria; Enseñanza de astrofísica.

EXPECTATIONS OF STUDENTS ABOUT ASTRONOMY IN HIGH SCHOOL

Abstract: Current literature reports that the astronomy education is motivating and interesting for basic education, but the content suggested by the national curriculum guidelines do not seem to attract students and teachers in order to transcend the discipline of Science in the elementary School or Physics in High School. By applying a questionnaire to 80 students of High School and participants of Brazilian Olympiad of Astronomy and Astronautics of two schools of São Paulo state, we obtained results that indicate that astronomy topics that really motivate students are topics linked to science fiction and current research, which are the subject of extensive media release and have a strong interdisciplinary character.

¹ Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: <denis.peixoto@outlook.com>.

² Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). E-mail: <kleinke@ifi.unicamp.br>.

At the end of the work we suggest a new context for astronomy education, by inserting topics combined with other areas of knowledge to what we call “interdisciplinary astrophysics teaching”.

Keywords: Expectative about astronomy; Astronomy education; Motivation in astronomy; High school; Astrophysics teaching.

1 Introdução

A afirmação de que a astronomia é uma ciência repleta de temas interessantes e motivadores que provocariam reflexão e discussão na sala de aula é recorrente na literatura (LONGHINI; MORA, 2010; DIAS; RITA, 2008). Porém, pouco ou nada é mencionado sobre quais os temas de astronomia que, de fato, parecem interessar aos nossos alunos e professores.

A aprendizagem da astronomia acontece tanto na educação formal quanto nas atividades não formais, próximas da popularização da ciência (LANGHI; NARDI, 2010). No entanto, a astronomia nem sempre esteve próxima do ensino ministrado a toda a população. A partir da década de 1940, a astronomia era ofertada como disciplina do ensino superior para alguns cursos de graduação nas áreas de ciências, matemática e algumas engenharias, com maior frequência como disciplina optativa.

A inserção da astronomia no currículo da educação básica ocorre após a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases de 1996, a qual reestruturou e tem orientado a educação nacional (LANGHI, 2009). Com a definição dos Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN (BRASIL, 1997), o ensino fundamental (EF) passou a apresentar um eixo transversal associado ao tema “Terra e Universo”, no qual a astronomia está presente. O enfoque proposto para a astronomia nessas orientações é o estudo dos fenômenos do sistema Sol-Terra-Lua, abrangendo as representações tridimensionais do dia-noite; as estações do ano; as fases da Lua; o movimento de marés; os eclipses; incluindo uma taxionomia dos planetas (LANGHI; NARDI, 2012; PEIXOTO, 2013).

Já no ensino médio (EM), os PCN sugerem que a astronomia seja utilizada para estabelecer relações interdisciplinares com ênfase em suas relações com a física, ao discutir tópicos tais como a gravitação e a movimentação relativa do Sol, da Lua e demais planetas do sistema solar.

Apesar de apresentar uma visão interdisciplinar, a astronomia é apresentada com um forte vínculo com os conhecimentos de física, com uma menor integração com outras áreas de conhecimento. Essa busca por temas transversais, bem como a possibilidade dessa conexão com outras áreas do conhecimento é sugerida por diversos pesquisadores, quando afirma que:

[...] o ensino de astronomia para o EM deve ser tratado de tal maneira, que contemple temas transversais, privilegiando, assim a interdisciplinaridade inerente à astronomia, pois, por se tratar de um assunto que desperta a curiosidade dos estudantes, esta ciência poderá ser utilizada como um fator de motivação para a construção de conhecimentos de outras disciplinas relacionadas (LANGHI; NARDI, 2010, p.4405).

Acreditamos que o ensino de astronomia, para além de seu caráter interdisciplinar, deva estar conectado com desenvolvimentos tecnológicos; incorporando também avanços científicos na compreensão do sistema solar e do universo. É claro que esses conhecimentos construídos pelos centros de pesquisa e universidades necessitam de uma transposição didática para serem apropriados pelas escolas (BRASIL, 2006). Essa transposição didática pode ser entendida como a transformação do saber acadêmico (saber sábio) no saber escolar (saber ensinado) (CHEVALLARD, 1991).

Ao observar os currículos de astronomia em diversos países, notamos a influência que as associações, sociedades e grupos de pesquisa exercem sobre os programas e currículos escolares oficiais (LANGHI; NARDI, 2010). Os programas de ensino de astronomia no Canadá e no Japão são muito similares à proposta brasileira, sendo que no caso japonês existe a inserção de tópicos de astrofísica em seu currículo, de forma similar ao que propõe o PCN, quando sugere temas tais como “brilho e cor das estrelas” e “características do Sol”.

Desde 2004, no Reino Unido, são apresentados esforços variados para uma maior inserção de conteúdos de astronomia/ciências espaciais no currículo da educação básica (ROCHE et al. 2010). Esses esforços têm se baseado principalmente na elaboração de materiais para professores e alunos pelo *Particle Physics and Astronomy Research Council* e pela Agência espacial europeia juntamente a departamentos de educação. Porém, Roche et al. (2010) relatam problemas tais como dificuldades de professores em realizar atividades práticas, o clima britânico, a falta de equipamentos adequados, poluição luminosa, que dentre outros, empobrecem a inserção deste tema nas escolas.

Como se observa nos exemplos acima, temos possibilidades interdisciplinares para a astronomia para além dos conceitos físicos. Vamos procurar observar de que forma essas possibilidades de novas trilhas a serem seguidas impactam no ensino de astronomia.

Analisando a literatura, encontramos duas vertentes do ensino de astronomia associadas a tempo e conteúdos distintos em suas abordagens: a astronomia introdutória e a astrofísica interdisciplinar. A astronomia introdutória é caracterizada por “*como ensinar melhor os fenômenos do sistema Sol-Terra-Lua*” (DEUSTUA; STORR; FOSTER, 2010). Com o desenvolvimento científico e tecnológico da área de astronomia no início do século XXI, a astrofísica e a cosmologia ampliaram em muito seu escopo de análises e modelos. Neste novo cenário, a astrofísica possui um papel de destaque, a partir das observações astronômicas em outros comprimentos de onda do espectro eletromagnético, para além do visível. Nesse novo ensino de astronomia, a astrofísica interdisciplinar, “*é uma área de investigação das interfaces entre astrofísica moderna, educação, psicologia e ciências cognitivas*”. E ainda, “*a interface entre astronomia e aprendizagem é verdadeiramente multidisciplinar; incorpora psicologia, sociologia, cognição, assim como física, astrofísica e estatística*” (DEUSTUA; STORR; FOSTER, 2010, p.1).

A existência desse novo formato para o ensino da astronomia, o qual estamos chamando de astrofísica interdisciplinar, bem como a sua aplicação em sala de aula, traz consigo a necessidade de um remodelamento, de uma nova pesquisa sobre ensino de astronomia, a qual:

[...] não é sobre como fazer palestras em sala de aula com entusiasmo, nem é sobre o fornecimento de palestras públicas memoráveis sobre as maravilhas da astrofísica, nem é sobre a amostragem de belíssimas imagens de objetos astrofísicos, nem o encorajamento de cientistas a visitar escolas e nem mesmo a escrever belos livros didáticos. Na sua essência, a pesquisa sobre ensino de astronomia é rigorosamente a investigação e o entendimento de como as pessoas aprendem conceitos astrofísicos e como desenvolver e entregar recursos que ajudem os alunos a aprender e os professores a ensinar (DEUSTUA; STORR; FOSTER, 2010, p.1).

O conjunto de discussões acima sugere que o ensino de astronomia está em transição entre um modelo do século passado, fortemente associado à astronomia observacional, e uma nova proposta de astronomia, associada à astrofísica com vínculos interdisciplinares com outras áreas de conhecimento.

Para permitir a discussão sobre a inserção de tópicos modernos de pesquisa em astrofísica e astronomia, de forma complementar aos tópicos já previstos para astronomia observacional, necessitamos combinar as sugestões das diretrizes curriculares nacionais com indicações de outros países e de centros de pesquisa, para construir um repertório que permita refletir sobre os rumos do ensino de astronomia.

Nota-se que mesmo nos PCN do EF 5^a (6^o) a 8^a (9^o) (BRASIL, 1997, p.39) percebemos a possibilidade de uma visão mais moderna, com sugestões de “*constatar a existência de outras galáxias e verificar que todas elas se distanciam entre si. Essa observação gerou a criação de um modelo do Universo em expansão a partir de uma grande explosão, o Big-Bang*”. Logo, muito do que falta em nossa prática de ensino de astronomia é um maior aproveitamento das oportunidades propiciadas pela visão interdisciplinar desses documentos.

Para ampliar as possibilidades de novas frentes de astronomia que possam vir a ser incorporadas em projetos de ensino, vamos citar algumas das linhas de pesquisa do consórcio europeu Astronet que, segundo Castilho, (2010) são questões em astronomia que nos aguardam e que se remetem a questões de pesquisas atuais, tais como: Entendemos os extremos do universo? Como é que as galáxias se formam e evoluem? Como se formam as estrelas e os planetas? Onde nós nos encaixamos nesse cenário? (CASTILHO, 2010).

A partir da criação desse repertório de temas, podemos buscar analisar qual o impacto que esse repertório pode apresentar sobre a percepção e o interesse que os estudantes apresentam sobre astronomia.

2 Objetivos e problema de pesquisa

Um dos nossos objetivos é reunir um repertório de temas estruturantes ou transversais sobre astronomia que possam vir a ser utilizados (total ou parcialmente) para o ensino de astronomia, tornando-o mais interessante e atrativo para um estudo em sala de aula.

Apesar de a estrutura formal de ensino de astronomia, hoje, no Brasil, basear-se em um modelo de astronomia observacional, os alunos e professores sofrem o

impacto de informações sobre astrofísica e cosmologia, as quais se originam nas mais diferentes mídias: jornais, revistas, televisão, internet, cinema etc. Esse impacto da educação não formal resulta que alguns dos temas de nosso repertório serão de conhecimento e/ou de interesse dos alunos.

Como uma investigação exploratória, o que buscamos são indicativos sobre quais seriam os temas de astronomia presentes nesse repertório que os alunos teriam maior interesse em aprender, visando com isso indicar possíveis temas que poderiam vir a subsidiar as discussões de uma nova proposta para o ensino de astronomia. Propomos então a seguinte pergunta de pesquisa:

Dentre os tópicos de astronomia apresentados na forma de um questionário com níveis de intensidade, quais são os que mais interessam aos alunos do ensino médio?

Para definir o conjunto de tópicos e temas que constariam do questionário, foi realizada uma busca em um conjunto de fontes de informações diverso. Selecionamos cinco tópicos e a cada tópico foi relacionado um conjunto de temas para que pudéssemos compor nosso instrumento avaliativo.

No caso dos alunos do EF, os Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais (PCN EF, 1998) indicam como tópicos da seção Terra e Universo a rotação da Terra, as fases da Lua por si só e também como fenômeno “que foi base para as primeiras organizações do tempo. Os primeiros calendários foram lunares” (PCN EF, 1998, p.63). Finalmente, também entram em discussão a esfericidade da Terra e as escalas do Sistema Solar, e as relações entre as estações do ano e o fato de “a Terra ter seu eixo inclinado em relação à sua trajetória em torno do Sol”. (PCN EF, 1998, p.93). Esse conjunto de informações caracteriza os tópicos de questionamento que chamamos de Astronomia de Posição e Sistema Sol-Terra-Lua. Para o tópico Astronomia de Posição selecionamos os temas: calendários; constelações e observação com telescópio e para o tópico Sistema Sol-Terra-Lua: Sol; eclipses; fases da Lua; estações do ano; colisão Terra/asteroides, Lua e formação da Terra.

Para os alunos do EM, os PCN+ sugerem diferentes unidades temáticas, sendo uma ampliação do que foi visto no EF, ampliando a visão de Terra e sistema solar para incluir as interações gravitacionais “*identificando forças e relações de conservação, para explicar aspectos do movimento do sistema planetário, cometas, naves e satélites*” (PCN+, 2002, p.79). Através dessas informações selecionamos os temas para a elaboração de um tópico denominado de Astronáutica, sendo eles: vida extraterrestre; viagem para Lua; viagem para Marte; estação espacial, corrida espacial, caminhada espacial e sondas espaciais que além de se adequarem a visão dos PCN+ ainda possuem um forte caráter midiático.

Uma visão geral sobre as teorias e modelos propostos para a origem, evolução e constituição do Universo é esperada. Sugere-se que essas reflexões ampliem a visão de mundo dos estudantes. Discutir as hipóteses de vida fora da Terra é outro tema proposto. Compreender aspectos da evolução dos modelos da ciência para explicar a constituição do Universo, estabelecendo relações entre matéria e radiação e interações devem conduzir os alunos a discussões atuais sobre os limites e avanços dos modelos científicos (LANGHI; NARDI, 2010), (ROCHE *et al.*, 2010), bem como pelas linhas de pesquisa do consórcio europeu Astronet (ASTRONET, 2015) e, com base nessas

informações elaboramos os tópicos Cosmologia e Astrofísica, que possuem respectivamente os temas: Big Bang, matéria escura, fim do universo, bóson de Higgs, onde nós estamos? e estrelas, buraco negro, radiação solar, formação das galáxias, supernovas, extinção do Sol. O repertório completo de tópicos e temas é apresentado no Quadro 1 a seguir:

Tópicos	Temas dos Tópicos
Astronomia de Posição	calendários; constelações e observação com telescópio
Sistema Sol-Terra-Lua	Sol; eclipses; fases da Lua; estações do ano; colisão Terra/asteroides, Lua, formação da Terra.
Astronáutica	vida extraterrestre; viagem para Lua; viagem para Marte; estação espacial, corrida espacial, caminhada espacial, sondas espaciais.
Cosmologia	Big Bang, matéria escura, fim do universo,, bóson de Higgs, onde nós estamos?
Astrofísica	estrelas, buraco negro, radiação solar, formação das galáxias, supernovas, extinção do Sol.

Quadro 1 - Repertório de temas de Astronomia selecionados
Fonte: os autores.

Para tanto, aplicamos um questionário a alunos da rede pública e particular do Estado de São Paulo, que apresentaram interesse pessoal na área de astronomia. Foram pesquisados alunos inscritos na Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica - OBA - (OBA, 2015). A opção por utilizar como amostra escolas de São Paulo foi associada à residência dos pesquisadores. Quanto ao fato de serem alunos também inscritos na OBA, isso foi uma opção dos pesquisadores para obter resultados com maior confiabilidade estatística. A confiabilidade estatística depende da existência de um construto a ser avaliado, isto é, os alunos já terem tido algum contato ou interesse por astronomia faz com que exista mais coerência no conjunto de respostas. Alunos que nunca se interessaram por astronomia não foram ouvidos, pois o objetivo dessa análise seria especificar o que os alunos que já têm alguma vivência com o tema consideram importante para a sua formação. Esses alunos representam um público intermediário entre os especialistas e os alunos comuns e refletem o que poderia vir a ser mais interessante para a formação desse novo alunado, com uma visão interdisciplinar de astronomia.

O questionário foi formado pela apresentação de nosso repertório de 28 tópicos sobre astronomia em escala Likert, que utiliza uma série de itens (questão única sobre algum aspecto da escala) com cinco alternativas possíveis de respostas (BOONE; BOONE, 2012) e, a partir do qual, os alunos declaram seu grau de interesse pelo tema, segundo os cinco níveis, a saber: “sem opinião/indiferente”, “nenhum interesse”, “pouco interesse”, “algum interesse” e “muito interesse” (o questionário encontra-se em anexo).

Para avaliar o interesse dos alunos e construir os perfis característicos dos grupos de respondentes, utilizamos como técnica estatística a análise de componentes principais (LAROS, 2005).

3 Metodologia

O questionário foi aplicado para 80 alunos do EM, sendo a média de suas idades entre 14 e 17 anos, estudantes de duas escolas do Estado de São Paulo. Esses alunos participaram da OBA de 2015, portanto existia uma motivação por parte desses estudantes para as questões associadas à astronomia. A OBA é organizada anualmente pela Sociedade Astronômica Brasileira em parceria com a Agência Espacial Brasileira, sendo um evento aberto à participação voluntária de alunos de qualquer rede escolar (OBA, 2015).

3.1 Instrumentos de análise

Para medir a confiabilidade do questionário, calculamos o alfa de Cronbach para os dados obtidos. O alfa de Cronbach é uma medida clássica em psicometria, sendo expresso por:

$$\alpha = \frac{k}{k-1} \left[\frac{\sigma_{\tau}^2 - \sum_{i=1}^k \sigma_i^2}{\sigma_{\tau}^2} \right]$$

onde k é o número de questões (em nosso caso, os temas de interesse) que compõe o questionário, σ_i^2 é a variância das respostas do i -ésimo tema, e σ_{τ}^2 é a variância da soma de todas as respostas (ALMEIDA; SANTOS; COSTA, 2010). Em nossos cálculos, obtivemos um valor para o alfa de Cronbach igual a 0,89, indicando uma ótima confiabilidade para nosso questionário (MAROCO; GARCIA-MARQUES, 2006).

Nosso objetivo com o uso da análise fatorial foi o de obter grupos de alunos com características em comum no que se refere aos seus principais interesses relacionados com a astronomia, na expectativa de reduzir certa quantidade de variáveis num pequeno número de fatores para análise, sendo que esses fatores representam as dimensões latentes (constructos) que resumem ou explicam o conjunto de variáveis observadas (HAIR et al., 2006).

Utilizamos o método de Análise dos Componentes Principais, pois essa é uma técnica consagrada para se obter o perfil dos respondentes de questionários em escala Likert. As respostas são distribuídas em uma nuvem em um espaço n -dimensional, e são calculados os eixos principais dessa distribuição. Cada um desses eixos está associado a um perfil dos respondentes e, dessa forma, os itens do questionário são reordenados em função de sua correlação com o eixo.

4 Resultados e discussão

O que a análise fatorial permite é reduzir uma grande número de variáveis observáveis (as respostas dos alunos ao questionário) em um pequeno número de variáveis hipotéticas, que são os fatores, os eixos principais. Cada um dos fatores acumula um certo número de variáveis observáveis, sendo então necessário que os pesquisadores realizem a leitura desse conjunto de variáveis observáveis, buscando compreender quais as características que conduziram os alunos a essas variáveis.

A Tabela 1 apresenta os fatores e a carga fatorial associada a cada um dos temas do questionário. Temos um total de quatro fatores, os quais representam grupos de alunos com distintos perfis, associados a constructos que surgem da correlação estabelecida entre os temas.

A ordem dos fatores está associada ao número de alunos descritos pelos fatores. Temos muito mais alunos descritos pelo fator 1 do que pelo fator 4. Cada tema/questão apresenta uma carga fatorial, a qual indica a correlação entre cada tema com o conjunto de temas do fator. Quanto maior o valor da carga fatorial, maior a correlação desse tema com o conjunto de temas presentes em cada fator. Optamos por manter apenas os fatores com carga fatorial acima de 0,5 para obter uma resposta para que os perfis fiquem melhor caracterizados.

Na construção do repertório sobre astronomia (Quadro 1), utilizamos cinco tópicos (*Astronomia de Posição, Sistema Solar, Astronáutica, Cosmologia e Astrofísica*). Nossa expectativa inicial era que esses cinco tópicos induzissem cinco fatores na análise estatística. Os programas estatísticos permitem escolher o número de fatores a serem utilizados na análise fatorial. Analisamos as respostas para resultados obtidos entre dois e seis fatores. Apenas o conjunto formado por quatro fatores permitiu-nos estabelecer quatro novas categorias de construtos, desvelando um perfil característico para os alunos.

Temas	Fator 1	Fator 2	Fator 3	Fator 4	Perfil
Fases da Lua	0,74				Escolar
Estações do ano	0,73				
Eclipses	0,72				
Calendários	0,69				
Lua	0,65				
Sol	0,54				
Observação com telescópio	0,59				Vida e Universo
Extinção do Sol		0,74			
Extinção/fim do universo		0,63			
Onde nós estamos?		0,60			
Formação da Terra		0,53			
Colisão Terra/Asteroides		0,50			Viagens Espaciais
Corrida espacial			0,70		
Viagem para Marte			0,69		
Caminhada espacial			0,65		
Viagem para Lua			0,55		
Estação espacial			0,54		Fronteiras da Ciência
Vida extraterrestre			0,51		
Supernovas				0,79	
Matéria escura				0,74	
Bóson de Higgs				0,68	
Formação das galáxias				0,62	
Buraco negro				0,57	

Tabela 1 - Fatores e Cargas Fatoriais obtidos por Análise dos Componentes Principais

A cada um dos quatro fatores analisados foram associados perfis dos estudantes. Demos o nome de fatores e a cada fator uma denominação distinta, como

podemos ver na Tabela 1. Os pesos indicados nos indicam a correlação do item com o eixo que está sendo analisado. Essa etapa é onde a pesquisa se torna quali-quantitativa, pois requer tanto a informação estatística quanto a possibilidade de criar perfis que tenham coerência com a temática em questão.

O Quadro 1 apresenta a distribuição de temas dos tópicos a partir de uma taxionomia própria de pesquisadores, incluindo astrônomos pesquisadores na área fundamental ou em ensino; bem como os astrônomos amadores. Essa divisão dos temas entre os tópicos de pesquisa ou de ensino demanda um conhecimento mais profundo da temática, bem como da linguagem comum a todos os pesquisadores. A linguagem comum é um dos principais fatores que definem uma área de pesquisa. Os resultados da distribuição de temas da Tabela 1 não dependem de um conhecimento profundo por parte dos alunos, mas sim de uma expectativa do que podem significar esses temas do ponto de vista de aprendizado de novos conceitos e conhecimentos.

A análise fatorial nos permite acessar às expectativas que estão presentes de forma subjetiva no conjunto de resultados; que estão presentes enquanto variáveis hipotéticas, que dependem tanto de uma análise estatística quanto de uma interpretação do significado do conjunto de temas que compõe cada fator, sendo essa discussão apresentada a seguir:

Fator 1: apresenta os seguintes temas: *fases da Lua, estações do ano, eclipses, calendários, Lua, Sol e observação com telescópios*. Se observarmos o conjunto, eles refletem muito do que as orientações curriculares brasileiras para as séries iniciais, um conjunto de fenômenos relacionados ao sistema Sol-Terra-Lua. Renomeamos o fator 1 como *escolar*, uma vez que a literatura sugere ser esse o conteúdo essencial para o EF e o mínimo para uma alfabetização astronômica nesse nível de ensino no Brasil (LANGHI; NARDI, 2010). É o fator que mais estudantes se aproximam, provavelmente devido ao fato dos temas serem mais conhecidos e fazerem parte de seu ambiente escolar.

Fator 2: esse é o único fator que relaciona duas tendências associadas entre si, o universo e a vida na Terra, tendências estas que podem ser associadas ao reconhecimento de que a Terra e o universo possuem estágios evolutivos com princípio, meio e fim. Os temas presentes nesse fator são: *Extinção do Sol; Extinção/fim do universo; Onde nós estamos? Formação da Terra e Colisão Terra/Asteroide*. Quando analisados separadamente, evidenciamos que o item *Formação da Terra* pode ser associado ao início dessa etapa evolutiva; sendo as questões *Onde nós estamos?* e *Colisão Terra/asteroide* relacionadas ao meio desse processo (principalmente por vivenciarmos tais experiências e questionamentos), já *Extinção do Sol* e *Extinção/fim do universo* estão diretamente relacionados ao fim desse estágio. De certa forma, alguns dos assuntos (*Onde nós estamos? Extinção/fim do universo* e *Formação da Terra*) ainda conduzem à uma possível reflexão filosófica sobre o sentido da existência do ser humano, através de questionamentos sobre nossa localidade no universo; nosso isolamento cósmico; ou mesmo crenças pessoais referentes à origem da vida na Terra, sugerindo que esse fator poderia ser reconhecido como *vida e universo*.

Fator 3: apresenta como principais cargas fatoriais os temas *Corrida espacial, Viagem para Marte, Caminhada espacial, Viagem para Lua, Estação espacial e Vida extraterrestre* indicando uma grande área associada a **viagens espaciais**, epíteto que passará a designar o perfil associado ao fator 3. O tema *Vida extraterrestre*, apesar de não ser objeto de estudo da Astronáutica propriamente dita, possui ampla divulgação midiática vinculada a agências de pesquisas espaciais e, por esse motivo, os alunos correlacionaram essa questão com as demais questões associadas a viagens espaciais.

Fator 4: os temas que parecem estar mais atrelados a centros de pesquisa e universidades do que propriamente ao nosso cotidiano, tais como *Supernovas, Matéria escura, Bóson de Higgs, Formação das galáxias e Buraco negro* acabaram por se agrupar no último fator, o qual pode identificar um grupo menor de estudantes interessados nas **fronteiras da ciência**, pois alguns dos temas remetem a questões de pesquisa em astronomia.

Ao se definir cada um dos fatores, podemos também calcular a intensidade com que esse fator ocorre na população. Essa intensidade é obtida pelo cálculo da média do valor atribuído (em escala Likert) a todos os temas que compõe cada fator. Como o número de temas não é constante, a intensidade é normalizada pelo número de temas em cada fator.

Logo, o que temos como intensidade das escalas Likert é a média com que cada fator foi assinalado, em uma escala entre um e cinco pontos. Esse é um indicador do interesse dos alunos em cada item. Os resultados podem ser vistos na Tabela 2.

Fatores	N	Média
Escolar	80	3.5
Vida e universo	80	4.4
Viagens espaciais	80	3.8
Fronteiras da ciência	80	4.0

Tabela 2 - Intensidade das escalas Likert de interesse em astronomia.

Vida e universo foi o fator que mais interessou aos alunos, estando localizado entre “algum interesse” e “muito interesse”. Nota-se também que é o segundo fator descrito pelo modelo estatístico, sendo reconhecida sua existência por um grande número de respondentes.

Fronteiras da ciência e *viagens espaciais* apresentam um interesse um pouco menor, porém fica aparente o impacto do papel da mídia, bem como a influência do universo da ficção científica na escolha dos estudantes. Temas mais difundidos em redes sociais e programas televisivos foram assinalados como os de maior interesse, assim como itens envolvendo aparente reflexão filosófica (relações humanísticas associadas ao início ou fim do universo). Esses três fatores, *vida e universo*; *fronteiras da ciência* e *viagens espaciais* podem se constituir em uma base inicial para se definir o que seria a astronomia interdisciplinar.

O fator *escolar* apresentou o menor interesse, entre “interesse médio” e “algum interesse”. Porém, apesar de esse tema estar associado à astronomia introdutória, a qual aparentemente é de menor interesse, foi o fator com o maior número de pessoas envolvidas. De certa forma, os estudantes reconhecem a astronomia introdutória como menos interessante que a astronomia interdisciplinar, contudo a astronomia introdutória é muito mais conhecida, sendo o primeiro fator a surgir nas análises estatísticas.

Ao serem caracterizados os perfis, pode ocorrer uma maior ou menor aproximação entre cada um deles. Uma das possíveis formas de se avaliar o quanto as intensidades da escala Likert, dos diferentes perfis, apresenta similaridade entre si é avaliar a sua correlação. A correlação de Pearson permite avaliar as interdependências lineares entre cada um dos perfis, fornecendo informações sobre como eles interagem um a um. Essas análises permitem ampliar a compreensão sobre o que os perfis representam, e o quanto eles estão intercorrelacionados entre si. A Tabela 3 nos mostra a correlação de Pearson entre os fatores, realizada com o intuito de diagnosticarmos correlações entre os fatores encontrados previamente.

	Escolar	Vida e Universo	Viagens Espaciais	Fronteiras da Ciência
Escolar	1	0,324	0,426	0,267
Vida e Universo	0,324	1	0,598	0,421
Viagens Espaciais	0,426	0,598	1	0,460
Fronteiras da Ciência	0,267	0,420	0,460	1

Tabela 3 - Correlação de Pearson entre as escalas Likert.

Como o esperado, e através das justificativas mencionadas acima, os fatores *Viagens espaciais* e *Fronteiras das ciências* se correlacionam entre si. A Tabela 3 ainda nos indica que o fator *Viagens espaciais* se correlaciona com certa intensidade com o fator *Vida e universo* e com menos intensidade com o fator *Fronteiras da ciência*. Já o fator *Escolar* apresenta uma baixa correlação com os demais fatores (LAROS, 2005).

5 Conclusões

Por meio da análise estatística do questionário, podemos afirmar que os itens que parecem motivar os alunos, participantes da pesquisa, no ensino de astronomia estão relacionados às pesquisas científicas atuais, mesmo que correlacionados a ficção científica e ao desenvolvimento tecnológico, o que está de acordo com a definição de ensino de astronomia que nomeamos de “astrofísica interdisciplinar”.

Devido ao fator *Escolar* apresentar baixa correlação com os demais fatores, caracterizamos uma separação nítida entre a astronomia introdutória e a astrofísica interdisciplinar, pois fatores de interesse fortemente apresentados na mídia e realizados em centros de pesquisas e relacionados à ficção científica possuem itens muito próximos entre si, o que justifica a maior incidência desses itens na escolha dos alunos.

Sendo assim, nossa proposta é a de repensar, ou mesmo sugerir uma nova contextualização para o ensino de astronomia pautada por uma transposição didática que favoreça a inserção de novos conhecimentos na educação básica, utilizando para

isso a ampliação da participação da astronomia e da astrofísica em todos os níveis de ensino, correlacionando outras subdivisões dessa ciência tais como a astrobiologia e a cosmologia, juntamente com o avanço tecnológico de telescópios e de seus diversos novos instrumentos de medição no ensino atualmente realizado nas escolas e demais instituições de ensino.

Esperamos que uma visão mais atual do ensino de astronomia possa contribuir para motivar professores e alunos, além de despertar o interesse dos alunos pelas ciências e pela matemática, fortalecendo uma relação mais estreita de seus estudos com a evolução tecnológica e com as relações interdisciplinares que envolvem o ensino de ciências.

Referências

ALMEIDA, D.; SANTOS, M. A. R; COSTA, A. F. B. Aplicação do coeficiente alfa de Cronbach nos resultados de um questionário para avaliação de desempenho da saúde pública. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 30., 2010, São Carlos. **Anais...**, São Carlos, 2010.

ASTRONET. Disponível em: <<http://www.astronet-eu.org/FP6/astronet/www.astronet-eu.org/index.html>>. Acessado em 02 jun. 2015.

BOONE, H. N.; BOONE, JR. D. A. Analyzing Likert Data. **Journal of Extension**, Morgantown, v. 50, n. 2, 2012.

BRASIL, Secretaria da Educação Básica. **Orientações curriculares para o ensino médio**: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2006. v. 2.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros curriculares nacionais**: ciências naturais. Brasília, 1997.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **PCN + Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, matemática e suas tecnologias. Brasília, 2002.

CASTILHO, B. V. Olhos Gigantes para o céu. In: Alicia Ivanishevich; Carlos Alexandre Wuensche; Jaime Fernando Villas da Rocha. (Org.). **Astronomia Hoje**. Rio de Janeiro, 2010. v. 1, p. 28-39.

CHEVALLARD, Y. **La transposición didáctica**: del saber sábio al saber enseñado. Argentina: La Pensée Sauvage, 1991.

DEUSTUA, S.; NOEL-STORR, J.; FOSTER, T. Support of Astronomy Education Research. **Astro2010**: The Astronomy and Astrophysics Decadal Survey, 2010.

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**, v. 6, p. 55-65, 2008. Disponível em: <<http://www.relea.ufscar.br/index.php/relea/article/view/121/145>>. Acessado em 20 jan. 2016.

HAIR, JR.; et al. **Multivariate Data Analysis**. Upper Saddle River: Pearson Prentice Hall, 2009.

LANGHI, R. **Astronomia nos anos iniciais do Ensino Fundamental: Repensando a Formação d Professores**. Tese de doutorado. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência, Universidade Estadual Paulista, Bauru, SP, 2009.

LANGHI, R; NARDI, R. **Educação em Astronomia**: Repensando a formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012.

LANGHI, R; NARDI, R. Ensino da astronomia no Brasil: educação formal, informal, não formal e divulgação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 31, n.4, p. 4402-11, 2010.

LAROS, J. A. O uso da análise fatorial: Algumas diretrizes para pesquisadores. In: PASQUALI, L. (Org.) **Análise fatorial para pesquisadores**, Brasília: 2005. p. 163-193.

LONGUINI, M. D.; MORA, M. D. Uma investigação sobre o conhecimento de astronomia de professores em serviço e em formação. In: LONGUINI, M. D. (Org.) **Educação em astronomia**: experiências e contribuições para a prática pedagógica Campinas: 2010. p. 87-115.

MAROCO, J; GARCIA-MARQUES, T. Qual a fiabilidade do alfa de Cronbach? Questões antigas e soluções modernas? **Laboratório de Psicologia**, Lisboa, v. 4, n.1, p. 65-90, 2006.

OLIMPÍADA BRASILEIRA DE ASTRONOMIA E ASTRONÁUTICA. Disponível em: <<http://www.oba.org.br/site/index.php>>. Acessado em 20 jan. 2016.

PEIXOTO, D. E. **O Conceito de isolamento como facilitador da aprendizagem das estações do ano**. Dissertação de Mestrado - Programa de Pós-Graduação em Multiunidades em Ensino de Ciências e Matemática, UNICAMP, Campinas, 2013.

ROCHE P; et al. Teaching astronomy in UK schools. **School Science Review**, v. 344, p. 63-68, 2012.

Artigo recebido em 12/07/2016.

Aceito em 23/11/2016.

APÊNDICE – QUESTIONÁRIO DE ASTRONOMIA

	Sem opinião/ indiferente	Nenhum Interesse	Pouco Interesse	Algum Interesse	Muito Interesse
		1	2	3	4
Big Bang					
Eclipses					
Sol					
Vida extraterrestre					
Estrelas					
Colisão Terra/Asteroides					
Viagem para Lua					
Calendários					
Matéria escura					
Fases da Lua					
Viagem para Marte					
Extinção/fim do universo					
Lua					
Estações do ano					
Estação espacial					
Buraco negro					
Radiação solar					
Constelações					
Corrida espacial					
Caminhada espacial					
Bóson de Higgs					
Sondas Espaciais					
Formação das galáxias					
Supernovas					
Extinção do Sol					
Formação da Terra					
Observação com telescópio					
Onde nós estamos?					

Você está recebendo um questionário sobre temas de Astronomia. Para preenchê-lo, basta responder a seguinte pergunta:

Marque seu nível de interesse pelos temas ao lado!

Para isso, basta assinalar umas das colunas à direita de cada tópico para identificar seu nível de interesse sobre ele.

Caso você não possua nenhuma opinião sobre o assunto, ou mesmo desconheça-o, basta assinalar a coluna da esquerda, não havendo a necessidade de assinalar outra.

Procure ser o mais sincero possível e tente não deixar temas sem marcação.

NÍVEIS INTERPRETANTES APRESENTADOS POR ALUNOS DE ENSINO SUPERIOR SOBRE AS ESTAÇÕES DO ANO

Daniel Trevisan Sanzovo ¹
Carlos Eduardo Laburú ²

Resumo: O objetivo deste estudo é investigar os níveis interpretantes iniciais sobre as Estações do Ano apresentados por estudantes em uma disciplina de física de um curso de licenciatura em ciências biológicas de uma universidade estadual do sul do Brasil. O presente estudo, de cunho qualitativo, analisa representações verbais textuais e imagéticas acerca do referido fenômeno astronômico. Constatou-se que todos apresentaram níveis interpretantes equivalentes àquele anterior a qualquer instrução, centrando suas explicações desse conceito na variação da distância entre a Terra e o Sol e representações indeterminadas ou confusas. Outro importante resultado foi a ausência de uma concepção cientificamente correta sobre o assunto. Os dados do presente estudo estão em concordância com diversas pesquisas sobre a má formação docente, em termos de astronomia, de futuros professores de ciências, ao passo que ressaltam a importância tanto de uma reestruturação da formação inicial desses futuros docentes quanto da formação continuada dos profissionais em exercício.

Palavras-chave: Educação em Astronomia; Estações do Ano; Formação docente; Níveis Interpretantes.

NIVELES INTERPRETANTES PRESENTADOS POR ALUMNOS DE EDUCACIÓN SUPERIOR SOBRE LAS ESTACIONES DEL AÑO

Resumen: El objetivo de este estudio es investigar los niveles interpretantes iniciales de las estaciones del año presentados por los alumnos en una disciplina de física del profesorado en ciencias biológicas en una universidad estatal en el sur de Brasil. Este estudio, de carácter cualitativo, analiza las representaciones verbales textuales e imágenes sobre dicho fenómeno astronómico. Se encontró que todos mostraron niveles interpretantes similares a los anteriores a cualquier instrucción, centrando su explicación de este concepto en el cambio de la distancia entre la Tierra y el Sol y en representaciones indeterminadas o confusas. Otro resultado importante fue la ausencia de una concepción científicamente correcta del tema. Los datos de este estudio están de acuerdo con varios estudios sobre la mala formación docente en temas de astronomía para los futuros profesores de ciencias, mientras que destacan la importancia tanto de una reestructuración de la formación inicial de estos futuros maestros como de la formación continuada de los profesionales en ejercicio.

Palabras clave: Educación en Astronomía; Estaciones del Año; Formación del Profesorado; Niveles Interpretantes.

INTERPRETANT LEVELS PRESENTED BY HIGHER EDUCATION STUDENTS ABOUT THE SEASONS

Abstract: The aim of this study is to investigate the initial interpretant levels of the seasons of the year presented by students in a physics discipline of undergraduate course of a biological sciences degree at a state university of the south of Brazil. This study is qualitative, it analyzes textual oral representations and

¹ Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina/ Docente da Universidade Estadual do Norte do Paraná, Campus de Jacarezinho, CCHE. E-mail: <dsanzovo@uenp.edu.br>.

² Universidade Estadual de Londrina, CCE, Departamento de Física. E-mail: <laburu@uel.br>.

images about that astronomical phenomenon. It found that all students showed similar interpretant levels than those without any instruction, focusing their explanation of this concept in the variation of the distance between Earth and the Sun and indeterminate or confused representations. Another important result was the absence of a scientifically correct conception of the subject. The data from this study are in agreement with several studies on the weak training of science teachers in astronomy, and emphasizes the importance of both a re-structuration of the initial training of these future teachers, as well as the continuous teacher training of the working professional ones.

Keywords: Astronomy Education; Seasons of the year; Teacher Formation; Interpretant levels.

1 Introdução

Fundamentados no trabalho de Piaget acerca dos pensamentos das crianças a respeito do mundo, os pesquisadores educacionais no final da década de 70 do século passado começaram a ouvir com mais cuidado o que os aprendizes foram dizendo e fazendo em uma variedade de tarefas no assunto. Chegaram à conclusão de que estes alunos tinham ideias que competiam, muitas vezes de forma bastante eficaz, com os conceitos científicos apresentados em sala de aula. Em outras palavras, os estudantes não iam para as suas respectivas escolas como tábulas rasas e sim haviam desenvolvido concepções duráveis com poder explicativo, sendo estas, muitas vezes, inconsistentes com os conceitos matemáticos e científicos aceitos apresentados na instrução (SMITH; DISESSA; ROSCHELLE, 1993). Há o início, portanto, do denominado movimento das concepções alternativas (CACHAPUZ et al., 2011), uma das principais linhas de investigação da didática das ciências.

Com relação à Educação em Astronomia, estudos indicam um aumento no seu interesse, comprovado pelo crescente número de pesquisas publicadas em periódicos nacionais e internacionais desse ramo nas últimas décadas (LANGHI, 2011; LELLIOTT; ROLLNICK, 2010). Dentre suas linhas de pesquisa, encontra-se a referente à formação de professores de ciências que, por serem em sua maioria biólogos (ensino fundamental II), raramente tiveram conteúdos de astronomia em sua formação (inicial ou continuada). Esse fato deve-se, primordialmente, a uma formação docente deficitária, em que os profissionais formados desconhecem, ou não têm consciência, das concepções alternativas usadas por eles e por seus alunos para explicar os fenômenos astronômicos (BISCH, 1998; CAMINO, 1995; MANOEL, 1995; LANGHI, 2004; LEITE, 2002; LIMA, 2006; TRUMPER, 2006).

Além disso, o tema astronomia apresenta-se para muitos como uma ciência abstrata, assim como a física, que requer grande reflexão e interpretação para ser compreendida (BATISTA, 2004), gerando uma falta de conhecimento científico sobre o tema (CARVALHO; GIL PÉREZ, 2001). Temos outros fatores, como por exemplo, a utilização de livros didáticos recheados de conceitos errôneos (AMARAL; OLIVEIRA, 2011; LANGHI; NARDI, 2007) o que prejudica de maneira definitiva o aprendizado, sem excluirmos ainda a existência de uma grande lacuna entre as contribuições de

pesquisas da área e as práticas docentes desenvolvida nas escolas (GONZATTI et al., 2013).³

Nessa perspectiva, gera-se uma insegurança do professor de ciências com relação ao ensino de conceitos astronômicos, que pode levá-lo à total omissão desses conteúdos, tem como uma de suas origens fundamentais a formação docente inicial (LANGHI; NARDI, 2012). Em certos casos, considerados exceções no Brasil, os conteúdos ministrados pelos professores vão muito além do que a proposta pedagógica do município sugere, porém este fator se encontra diretamente relacionado à paixão do professor em relação à astronomia (QUEIROZ, 2008).

Uma questão capital para o professor na aprendizagem científica é a possibilidade de acompanhamento da produção e desenvolvimento dos significados que os estudantes vão adquirindo durante o processo de ensino, com o objetivo de direcioná-los e enquadrá-los ao conhecimento científico.

Diferenciando-se da corrente da mudança conceitual que se fundamenta na psicologia cognitiva (OSBORNE; WITTROCK, 1983) e na filosofia da ciência (POSNER et al., 1982), o presente estudo procura fundamentar a questão do significado no plano da semiótica peirceana (PEIRCE, 1980; 2005). Como consequência, a representação de um conceito passa a ser concebida como sendo uma interação de um signo, interpretação e referente, engendrando essencial mudança da atenção do significado como sendo decodificado *a partir de* uma representação para uma visão de que o significado é feito *com a* representação através de um processo de semiose, isto é, de interpretação (TANG; MOJE, 2010).

O presente trabalho procura analisar os níveis interpretantes (LABURÚ, 2014) acerca das Estações do Ano apresentados pelos estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas (e, portanto, prováveis futuros professores de Ciências) antes de qualquer instrução formal sobre astronomia, isto é, seus significados iniciais acerca do assunto.

1.1 Sobre o fenômeno das Estações do Ano

Para se entender as Estações do Ano (EA) pelo referencial heliocêntrico, deve-se, primeiramente, olhar para as Leis de Kepler. O fato de as órbitas serem elípticas surge a questão de que a Terra não está a uma distância fixa do Sol. Tal ocorrência pode contribuir com a concepção alternativa mais difundida entre alunos, professores e futuros professores (LELLIOTT; ROLLNICK, op. cit.), de que quando o planeta está em seu periélio (menor distância Terra-Sol) temos o verão e quando ela se encontra em seu afélio (maior distância Terra-Sol) temos o inverno. Se analisarmos por essa óptica, como se explicaria o fato de que quando é inverno no hemisfério sul, é verão no norte simultaneamente e vice-versa? Diversas pesquisas mostram essa questão estampada em

³ Com relação a essa temática, ressaltam-se as diversas ações da comunidade da área voltadas para sua melhoria nas últimas décadas, como, por exemplo, obras de Rodolpho Caniato (e.g., CANIATO, 2007, 2011), gerados a partir de aplicações de oficinas para professores; ações da organização da Olimpíada Brasileira de Astronomia e Astronáutica – OBA, em quase vinte anos de olimpíadas e que oferece treinamentos por meio de oficinas para professores, principalmente por meio dos Encontros Regionais de Ensino de Astronomia – EREAs (disponível em <<http://www.oba.org.br/site/>>, acesso realizado em 10 de outubro de 2016); estratégias alternativas e práticas aplicadas para o ensino de astronomia (LONGHINI, 2014); lúdico aplicado à astronomia (BRETONES, 2014), entre outras.

livros didáticos (e.g., AMARAL; De OLIVEIRA, 2011; BIZZO 1996; CANALLE et al., 1997; LANGHI; NARDI, 2007; LIMA, 2006; TREVISAN; LATTARI; CANALLE, 1997).

Conforme mostrado na Figura 1, o periélio ocorre em janeiro, quando é verão no hemisfério sul e inverno no hemisfério norte, enquanto que o afélio acontece em julho, momento em que é inverno no hemisfério sul e verão no hemisfério norte. Como a excentricidade da órbita da Terra em torno do Sol é de aproximadamente 0,017, ou seja, quase circular, resulta-se numa diferença de distâncias entre o periélio e o afélio da ordem de 3%. Como consequência desse fato, a diferença da energia recebida pela Terra nessas posições é de aproximadamente 6%.

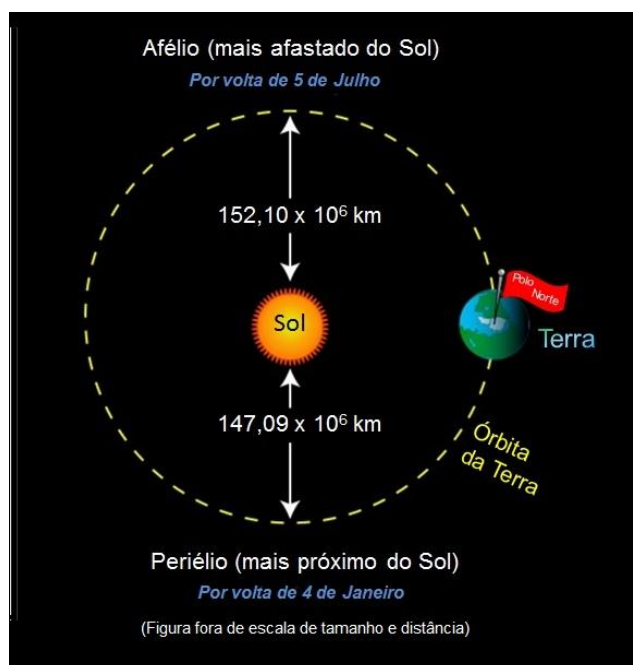


Figura 1 - Representação Imagética do Afélio e Periélio da Terra.
Fonte: (NASA, 2016).

Entretanto, sabe-se que o eixo de rotação da Terra é inclinado de aproximadamente $23,5^\circ$ em relação à normal ao plano de translação do nosso planeta em torno do Sol (ou, ainda, em outras palavras, a eclíptica⁴ é inclinada em $23,5^\circ$ em relação ao Equador Celeste). Isso ocasiona uma diferença de aproximadamente 45% e 66% na iluminação recebida durante o verão e inverno para as cidades de São Paulo e Porto Alegre, respectivamente (HORVATH, 2008; OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004), sendo esta a real causa das EA, e não a variação da distância entre a Terra e o Sol (Figura 2).

⁴ Devido ao movimento de translação da Terra em torno do Sol, o Sol aparentemente se move entre as estrelas, ao longo do ano, descrevendo uma trajetória na esfera celeste chamada “Eclíptica” (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004, p. 36).

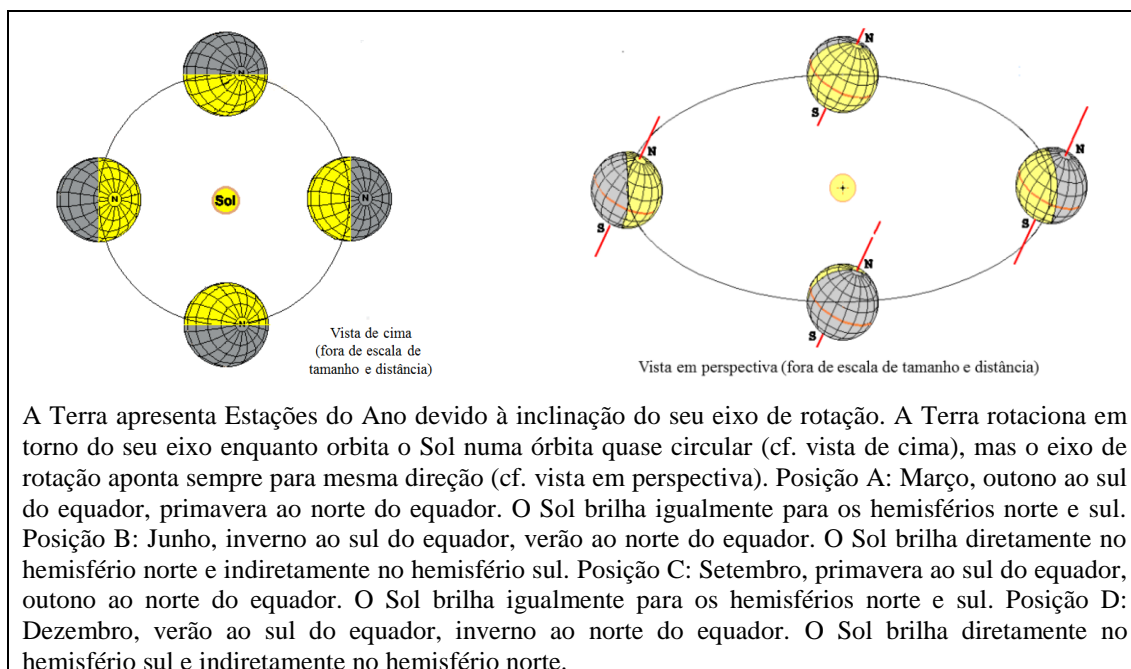


Figura 2 - Representação Imagética dos reais motivos das Estações do Ano na Terra
Fonte: Adaptado de (CDA, 1997).

Devido à inclinação mencionada, à medida que o nosso planeta orbita o Sol, os raios solares incidem mais diretamente em um hemisfério ou outro, proporcionando mais horas com luz durante o dia a um hemisfério ou outro e, portanto, aquecendo mais um hemisfério ou outro. No Equador todas as estações são semelhantes e todos os dias do ano o Sol fica 12 horas acima do horizonte e 12 horas abaixo dele, e a única diferença é a máxima altura que ele atinge (OLIVEIRA FILHO; SARAIVA, 2004).

1.2 Alguns estudos sobre Concepções Alternativas sobre as Estações do Ano

De acordo com Oliveira (2005), diferentes termos são utilizados na literatura da educação científica para representar as concepções alternativas: ideias intuitivas (DRIVER, 1986), pré-concepções (GIL PÉREZ, 1986; FREITAS; DUARTE, 1990), ideias prévias (GIL PÉREZ, 2001; DRIVER, 1988), pré-conceitos (NOVAK, 1977; ANDERSSON, 1986), erros conceituais (LINKE; VENZ, 1979), conceitos alternativos (GILBERT, 1982), conhecimentos prévios (POZO, 1998), concepções alternativas (DRIVER, 1983; DRIVER; EASLEY, 1978), entre outros.

Embora o termo utilizado possa refletir a posição epistemológica do pesquisador que o utiliza, ele geralmente denota as ideias que cada aluno leva para a sala de aula previamente concebida ao ensino formal, organizada a partir de suas experiências cotidianas que servem para explicar e prenunciar o que ocorre a sua volta.

Ainda que o movimento das concepções alternativas já tenha vivido seu auge, seu estudo em Educação em Astronomia persiste atualmente, tanto em crianças quanto estudantes e professores (LANGHI; NARDI, 2012), mostrando-se promissora como referencial metodológico da área. Existem diversas revisões bibliográficas sobre

concepções alternativas no ensino de astronomia e, dentre elas, citamos os trabalhos de Langhi e Nardi (2012) e Lelliott e Rollnick (2010).

Langhi e Nardi (2012) elencam as principais concepções alternativas em astronomia. Com relação às EA, sua mais difundida concepção errônea é a famosa explicação dada através da distância Terra-Sol (DTS): de que as EA ocorrem “devido à variação de distância da Terra em relação ao Sol, proporcionando o verão quando o nosso planeta está próximo do Sol e inverno quando se afasta dela” (LANGHI; NARDI, 2012, p.101). Outras concepções encontradas pelos autores chamam a atenção, devido ao fato de poderem estar associado à explicação errônea da DTS ao conceito das estações, dentre elas (i) o Sol é uma bola de fogo; (ii) há apenas dois movimentos da Terra: rotação e translação; (iii) a órbita da Terra é muito excêntrica, assemelhando-se a uma elipse e não um círculo; (iv) o eixo de rotação da Terra é inclinado de $23,5^\circ$ em relação ao plano de sua órbita; e (v) a ordem de ocorrência das nossas estações é: primavera, verão, outono e inverno.

Eles referenciam diversos estudos que fundamentam a explicação da DTS como a concepção alternativa mais utilizada tanto por alunos quanto para professores de ciências (e.g., BAXTER, 1989; CAMINO, 1995; MANOEL, 1995; MANOEL; MONTERO, 1995; SCHOON, 1992; TRUMPER, 2001a, 2001b; entre outros). Em âmbito internacional, por exemplo, Camino (1995), trabalhando com 74 professores na Argentina, constatou que 35% deles possuíam a concepção prévia de que as EA eram devido à DTS e encontrou dificuldades na mudança conceitual de suas representações. Em estudo realizado com mais de 900 alunos do ensino primário e secundário e 50 alunos de magistério da Catalunha, De Manoel (1995), verificou que mais de 60% dos pesquisados mencionou a DTS, sendo que em torno de 10% deles atribuíram à DTS em conjunto com a inclinação do eixo de rotação da Terra.

Em estudo posterior, Manoel e Monteiro (1995) concluem que o problema da dificuldade do aluno em imaginar o movimento da Terra em torno do Sol gera concepções prévias como as encontradas. Esses pesquisadores encontraram, também, concepções como as EA sendo ocasionadas pela rotação da Terra, sendo verão na parte do planeta virada para o Sol e inverno na porção oposta. Salientam ser preciso procurar estratégias alternativas de ensino, pois as imagens e gráficos que oferecem os livros textos não são suficientes para resolver esse problema, sendo necessárias práticas de ensino alternativas. Eles utilizaram atividade prática alternativa de simulação da radiação recebida pela Terra através da luz emitida por um projetor de slides num papel e numa esfera, mostrando-se eficaz para o ensino do Modelo Terra-Sol, mas algumas representações alternativas seguiram sendo apresentadas pelos pesquisados, especialmente a atribuição de "verões e invernos à distância e à Rotação" (MANOEL; MONTERO, 1995, p.99, tradução nossa).

Outro exemplo, em estudo realizado com 448 estudantes de duas escolas de duas regiões rurais de Israel, Trumper (2001a) constatou que 45% dos estudantes atribuíram o motivo das EA à DTS. Essa concepção ainda é encontrada em trabalhos mais recentes. Por exemplo, em estudo realizado em 113 estudantes do ensino médio da Espanha, Solbes (2013) mostrou que 30,1% dos pesquisados apresentaram a concepção DTS enquanto que, em estudo realizado na Bélgica que envolveu milhares de estudantes de todos os níveis, esse índice foi de aproximadamente 50% enquanto que entre 15% e 20% disseram que a altura do Sol não muda ao longo do ano.

Em outra revisão bibliográfica sobre o tema, Lelliott e Rollnick (2010), analisando pesquisas realizadas entre os anos de 1974 e 2008, encontraram 27 estudos sobre concepções alternativas das EA. Os autores os classificaram em (i) Estudos qualitativos em Estudantes (e.g., BAXTER, 1989; DUNLOP, 2000; KIKAS, 1998; ROALD; MIKALSEN, 2001; TSAI; CHANG, 2005); (ii) Estudos quantitativos em estudantes (e.g., SADLER, 1998; SCHOON, 1992; TRUMPER, 2001a; 2001b; TSAI; CHANG, 2005) (iii) Estudos sobre professores (e.g., ATWOOD; ATWOOD, 1996; MANT; SUMMERS, 1993; OJALA, 1992; PARKER; HEYWOOD, 1998; SUMMERS; MANT, 1995).

Com relação a pesquisas realizadas entre estudantes, concluem que praticamente todos os artigos identificaram a concepção alternativa da "teoria da distância" (LELLIOTT; ROLLNICK, 2010, p.1784) como explicação do motivo das EA.

No Brasil, em estudo realizado com estudantes e professores de vários conteúdos astronômicos, dentre eles as EA, Bisch (1998) apresenta o realismo ingênuo, o conhecimento conceitual feito de chavões reinterpretados de acordo com o senso comum e uma representação qualitativa/topológica do espaço como as três características marcantes sobre a natureza do conhecimento sobre a astronomia apresentadas tanto pelos alunos quanto pelos docentes pesquisados.

Diversas pesquisas nacionais abordam o tema das concepções alternativas das EA. Ostermann e Moreira (1999), por exemplo, entrevistaram professores dos anos iniciais do Ensino Fundamental e a explicação DTS para as EA ficou evidenciada. Em estudo realizado com 17 professores de ciências da rede pública do estado de São Paulo, Leite (2002) observou excessiva dificuldade na articulação das respostas dadas com relação ao tema EA como, por exemplo, a explicação dada para esse fenômeno devido à DTS.

Em pesquisa realizada com sete professores da rede pública de ensino que possuíam entre 5 e 32 anos de experiência, Lima e Trevisan (2005) concluíram que os docentes atribuem o motivo das EA à incidência dos raios solares na superfície da Terra mas não conseguem “ligar esse conceito com o seu sentido” (LIMA; TREVISAN, 2005, p.8), atribuindo sentidos equivocados cientificamente, gerando concepções alternativas que são lançadas aos seus alunos.

Nos últimos anos, pesquisas realizadas com possíveis futuros professores têm sido muito menos exploradas (TRUMPER, 2006) do que as executadas com alunos do ensino fundamental, por exemplo. Segundo Bisard e colaboradores (1994) a taxa de resposta correta aumenta progressivamente em estudantes universitários em relação à apresentada por alunos de ensino médio.

Trumper (2001c) realizou uma avaliação das concepções básicas de astronomia para um total de 2087 alunos de ensino médio ao universitário, resumindo os conceitos errôneos mais comuns em todos os níveis educacionais. Com relação ao conceito das EA, a explicação da DTS foi utilizada por 37% e 32% futuros professores do nível primário e secundário, respectivamente. Além disso, 20% e 19% dos futuros professores do nível primário e secundário, respectivamente, explicaram que o motivo de ser mais quente no verão do que no inverno é devido ao fato de a Terra estar mais próxima ao Sol no verão.

Em pesquisa mais recente, Küçüközer (2008) investigou concepções alternativas acerca das EA e fases da Lua em 76 alunos universitários na Turquia. Para as EA, 35% da amostra investigada explicou o referido fenômeno através inclinação do eixo de rotação da Terra, 30% ao fato da Terra girar em torno do Sol, 24% atribuíram o fenômeno à mudança da DTS, 4% à rotação da Terra em torno de seu próprio eixo e 7% para outras respostas (indecifráveis ou não explicaram as EA).

Trabalhando com 21 alunos universitários de licenciatura e bacharelado de física durante um curso não obrigatório de astronomia básica abordando vários temas astronômicos, incluindo-se as EA, Pedrochi e Neves (2005) concluem que a grande maioria das respostas foi classificada como memorizada, isto é, mecanicamente utilizadas sem uma reflexão pormenorizada do conceito envolvido como, por exemplo, ao explicar o motivo das EA ser devido ao ângulo da eclíptica, mas ao ser indagado o que isso significa o aluno não soube responder.

Apesar de fugir do escopo do presente trabalho, vale a pena ressaltar o fato de que, conforme salientam Langhi e Nardi (2012), é notável a semelhança das concepções alternativas encontradas em Educação em Astronomia e os erros conceituais presentes em livros didáticos da área. Como exemplo, as imagens utilizadas pelos livros didáticos não são compreensíveis o suficiente para explicarem a dinâmica do sistema Lua-Terra-Sol, e as envolvidas na explicação das estações do ano e fases da Lua não favorecem o entendimento desses fenômenos (TESTA; LECCIA; PUDDU, 2014). Esse problema se constitui como fator importante de problemas no processo de ensino e aprendizagem de astronomia e mais detalhes podem ser encontrados em pesquisas da referida problemática (e.g., LANGHI; NARDI, 2012).

1.3 Níveis Interpretantes da aprendizagem científica

Para Charles Sanders Peirce (1839-1914), filósofo, lógico, matemático, físico, astrônomo e químico norte americano, o signo é composto de uma relação triádica entre os seguintes correlatos: o *representamen*, aquilo que representa algo para alguém, o *objeto*, alguma coisa que o signo representa, e o *interpretante* (PEIRCE, 2005). O filósofo americano categorizou os objetos, devido sua qualidade dual, como Objeto Imediato, aquele que o signo representa, e Objeto Dinâmico do signo, sendo o objeto como ele realmente é (PEIRCE, 2005). O primeiro é o modo pelo qual o Objeto Dinâmico é sugerido, referido ou indicado pelo signo, isto é, seu recorte específico.

A imagem especular refletida por um espelho, por exemplo, é um signo, sendo aquilo que ele reflete seu Objeto Dinâmico. Como o espelho possui limites físicos do que é refletido, o seu enquadramento, isto é, o modo como o Objeto Dinâmico aparece naquele reflexo específico, é denominado Objeto Imediato daquele signo (SANTAELLA, 2005a). Com relação ao termo interpretante, ele designa algo que o signo, em sua função significativa, essencialmente determina em seu intérprete e, na ausência dele, “algo que seria determinado no intérprete, se ele existisse” (EP2, p.409)⁵, não devendo ser confundido, portanto, com os termos *intérprete* ou *interpretação*.

O semioticista estadunidense acrescenta uma terceira classificação com relação ao interpretante, classificando-o em termos das categorias de sua

⁵ Conforme convenção para estudos da obra de Peirce, EP indica *The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings*, seguido do volume (ver referências bibliográficas para mais detalhes).

fenomenologia, em Imediato (primeiridade), Dinâmico (secundidade) e Final (terceiridade). O Interpretante Imediato é uma propriedade objetiva do signo para significar e implica noção de potencial ainda não realizado, possibilidade de interpretação ainda em abstrato, aquilo que o signo está apto a produzir como efeito numa mente interpretante qualquer, isenta de mediação e análise, constituindo uma impressão total ainda não analisada que se espera que o signo possa produzir, sendo o interpretante tal como é revelado pela compreensão do próprio signo (CP 4.536; CP 8.314; CP 8.315)⁶.

O Interpretante Dinâmico é o efeito efetivamente produzido pelo signo na mente do intérprete (CP 4.536; CP 8.315; CP 8.343), e é ainda classificado em Emocional, quando o efeito se realiza como qualidade de sentimento, Energético, cujo efeito é da ordem de um esforço físico ou psicológico, e Lógico, que funciona como uma regra de interpretação (SANTAELLA, 2005a)⁷. Como último estágio, temos o interpretante Final, que seria o efeito semiótico pleno do signo, a norma ou a fronteira ideal e aproximável, mas inatingível, para a qual os interpretantes dinâmicos tendem a caminhar ao longo do tempo (CP 4.536).

Enxergando a linguagem científica como um enorme signo complexo, uma mescla de diversos outros signos formados por ideias, símbolos, conceitos, princípios, modelos, teorias, procedimentos, imagens, gráficos, entre outros, Laburú (2014) indica um instrumento analítico denominado níveis interpretantes para a investigação de significados científicos. Nessa perspectiva, é feita uma reformulação da tricotomia interpretante semiótica de Peirce, visando estabelecer a significação como um fenômeno diacrônico da aprendizagem ocorrida nos estudantes quando estes estão diante de atividades de ensino para aprender os signos científicos. Ressalta-se que o referido instrumento realiza uma leitura particular das ideias peirceanas, tentando manter a correspondência com as proposições de Peirce, mas afastando-se das ideias *stricto sensu* peirceanas, adequando-o para fins pedagógicos.

Tal instrumento pode auxiliar o professor na árdua tarefa de acompanhamento da produção e desenvolvimento dos significados adquiridos pelos estudantes enquanto estes o fazem durante o processo de ensino, possibilitando o direcionamento e enquadramento ao conhecimento científico.

Com base na classificação dos interpretantes de Peirce adotada por Santaella (2004; 2005a; 2005b), em que a segunda tríade (emocional, energético e lógico) está inserida somente no interpretante dinâmico, obtemos cinco níveis de significado: Nível

⁶ Conforme convenção para estudos da obra de Peirce, CP indica os *Collected Papers* (os números indicam o volume, seguindo-se os parágrafos - ver referências bibliográficas para mais detalhes), que são manuscritos de estudos peirceanos que se encontram aos cuidados do Departamento de Filosofia da Universidade de Harvard. Essa universidade publicou, entre 1931 e 1958, os seguintes volumes: I – Princípios da Filosofia; II – Elementos de Lógica; III – Lógica Exata; IV – A mais simples Matemática; V – Pragmatismo e Pragmaticismo; VI – Ciência Metafísica; VII – Ciência e Filosofia; e VIII – Comentários, Correspondência e Bibliografia.

⁷ A inserção da segunda tríade dos interpretantes (Emocional, Energético e Lógico) no interpretante Dinâmico ainda é alvo de discussões entre os estudiosos de Peirce e não faz parte dos objetivos do presente trabalho, que irá considerar a visão de Santaella (2004; 2005a; 2005b). Para mais detalhes sobre o assunto ver, por exemplo, Santaella (2004), Johansen (1985; 1993), Buczynska-Garewicz (1981) e Savan (1976).

Interpretante Imediato, Nível Interpretante Dinâmico Emocional, Nível Interpretante Dinâmico Energético, Nível Interpretante Dinâmico Lógico e Nível Interpretante Final.

O nível inicial é um primeiro resultado do ato de significação estabelecido por um aprendiz frente aos signos científicos, sendo denominado Nível Interpretante Imediato. Ele é equivalente ao significado anterior a qualquer ato de instrução, isto é, o efeito interpretante do estudante se manifesta em significados análogos aos anteriores a quaisquer atos educacionais de conteúdos específicos de astronomia, no caso, que permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz. A interpretação fica presa a denotações de primeira ordem, isto é, ao significado interno do signo.

Transpondo para o caso da Educação em Astronomia, temos, por exemplo, nesse nível, o uso de “chavões” (BISCH, 1998, p. 225) sobre concepções de astronomia de alunos e professores, que podem ser verbais, no caso de enunciados, e gráficos, no caso de imagens. Segundo o referido pesquisador, não há uma reflexão crítica pormenorizada do conceito em questão, isto é, equivale a uma resposta seca dada de forma mecânica que ele provavelmente leu em algum material ou ouviu em sala de aula em algum momento, e a utiliza sem convicção (BISCH, 1998). A explicação do motivo das EA com a utilização isolada do chavão “devido à inclinação da Terra”, que não faz nenhuma explicação do que se quer dizer com inclinação da Terra, serve como exemplo hipotético de chavão, pertencente ao primeiro nível de significado.

Chega-se ao Nível Interpretante Dinâmico ao apresentar um significado equivalente àquele que o signo provoca numa mente estimulada por interferências de ensino. Subdivide-se em Emocional, Energético e Lógico, sendo que a relevância relativa do significado de cada um desses três interpretantes mantém-se na dependência do tipo de conteúdo tratado. No presente nível, o processo de conotação sígnica é desencadeado e deslocado da denotação de primeira ordem em razão de novas significações que começam a se instaurar na mente por causa da circunstância instrucional.

Há, portanto, conotação de enésima ordem, pois o significado provém de enésimos sentidos assentes sobre a primeira denotação (ECO, 1985; PRESMEG, 2006; BARTHES, 1999), cuja significação original se mantinha no nível interpretante inicial. Isto é, as significações acumuladas ou transformadas, oriundas de variados momentos instrucionais, tornam-se gradualmente diferenciadas do primeiro nível, referente ao Interpretante Imediato.

No Nível Interpretante Dinâmico Emocional o efeito interpretante apresenta qualidade de sentimento, sendo reconhecido quando os estudantes exibem significados hesitantes, presos à beleza e opiniões emocionais, ou ainda de caráter religioso, metafísico, místico ou mítico. Convém ressaltar, nesse ponto, que o referido efeito interpretante é aquele produzido pelo signo que está por detrás de um conteúdo científico específico, o que implica que ele precisa ser compreendido a partir do enquadramento do conteúdo específico em foco, em vez de genéricos estados de sentimento ou disposição psicológica, (emoção, afetividade, desejo, motivação, ansiedade, antipatia pelo professor, entre outros).

O Nível Interpretante Dinâmico Energético é o efeito devido a atos de interpretação, caracterizado por esforços musculares dos estudantes, isto é, comportamentos, atitudes, procedimentos, técnicas originadas do processo educacional,

traduzidos em signos emitidos através da ação, gestos, atos e expressões. É comum esse nível Interpretante se apresentar via emissão de signos expressivos visuais (ECO, 1985), os quais não têm a propósito direto de comunicar, pois costumam ser espontâneos, involuntários e intuitivos, visto escaparem à codificação consciente. Tais signos expressivos surgem de forma subliminar nas ações ou gestos existentes nos comportamentos, atitudes, procedimentos e técnicas. Entretanto, quando emitidos intencionalmente, se corretos ou incorretos, tornam-se signos comunicativos (ECO, 1985), visto terem sido produzidos artificialmente, no sentido de provocados por meio da instrução. Esse nível não foi verificado no presente estudo.

No seguinte nível o ato de significação é constituído por um efeito efetivamente produzido em um aprendiz frente aos signos científicos que se mostra expresso junto aos signos comunicativos em meio a regras interpretativas formais e normativas que têm por base o conteúdo eminentemente conceitual, e é denominado Nível Interpretante Dinâmico Lógico. Opondo-se ao nível imediato, há produção de inferências e estabelecimento de consequências de premissas por parte do intérprete, conectando o signo a outros objetos e signos do conhecimento científico de maneira unívoca, sem admissibilidade de equívoco.

O efeito interpretante se dá por função semântica e base sintática, estando associado aos modos de expressão, significado e sentido dos termos e símbolos utilizados pela nova concepção e que permite construir e identificar representações, imagens e proposições coerentes, internamente consistentes e inter-relacionadas. Com respeito à determinação precisa do significado, esta função prepara para a ação, portanto, para a observação, experimentação e conduta precisa, motivo pelo qual esses signos têm que ser únicos, em termos do compartilhamento de seu significado, para facilitar a comunicação e conferir ou ratificar as teorias propostas (EPSTEIN, 2002).

Como exemplo, um estudante pode construir uma representação verbal textual coerente sobre as EA partindo da premissa de que, com base nas Leis de Kepler, a Terra não se encontra a uma distância fixa em relação ao Sol. Como consequência, chega à conclusão (equivocada) de que recebemos muito mais radiação quando nosso planeta se encontra em seu periélio, ocasionando o verão, e muito menos radiação no afélio, produzindo o inverno, sendo primavera e outono nas posições intermediárias.

Pode ainda estabelecer conexões da mencionada representação com outros signos. Por exemplo, com sua experiência pessoal cotidiana sobre fontes de calor. Ou ao signo de uma representação imagética exageradamente excêntrica encontrada em um livro didático ou site que usou para estudar sobre o assunto. Ou ainda, utilizar uma representação verbal textual em conjunto com uma representação imagética, ambas cientificamente corretas, mas deixando de lado algum detalhe ou consideração que o faça não atingir o nível final.

Na prática, os três níveis interpretantes dinâmicos coexistem com predominância relativa entre si, estando suas supremacias na dependência da evolução do entendimento alcançado, da natureza ontológica do tema tratado e da relação que mantêm com as características tipológicas do conteúdo que está sendo estudado, seja ela conceitual, procedimental ou atitudinal (ZABALA, 1998).

Ressaltando-se tratar de uma leitura específica da teoria dos interpretantes peirceanos (LABURÚ, 2014), em que o último deles é idealizado e inatingível, o Nível Interpretante Final é alcançado quando é apresentado um significado idealizado pelo

professor e balizado pelos documentos oficiais da educação. O signo apreendido torna-se, agora, parte integrante de um conhecimento normatizado e o significado independe do intérprete, consistindo na maneira pela qual toda mente deveria pensar e agir em conformidade ao conhecimento oficial, opondo-se às concepções alternativas. Estas últimas não coincidem com o cientificamente aceito, e podem estar presentes em qualquer um dos níveis interpretantes anteriores.

Entretanto, no nível interpretante final, há mudança de hábito e conduta, desprendendo-se do aspecto denotativo e estabelecendo análises conotadas com foco no que está institucionalizado pelo signo. Este último estágio é caracterizado pela produção de inferências, avaliações, generalizações, seleções e comparações aplicáveis do efeito desejado. O entendimento é apreciado pela conjunção coordenada dos interpretantes Lógico e Energético, e pela convivência harmônica (ou não mais conflituosa), do ponto de vista do aprendiz, com o Interpretante Emocional.

Portanto, a significação completa atingida no último nível interpretante de uma pessoa reúne todos os efeitos interpretantes que o professor tem em vista, vindo da somatória das lições acerca do signo, dos resultados capazes de afetar a conduta e dos objetivos pretendidos para com o aprendiz.

2 Metodologia

A presente pesquisa faz parte de um estudo maior, ainda em andamento, que pretende verificar a evolução dos significados das EA em termos dos níveis interpretantes, com o uso de uma Diversidade Representacional. O atual recorte pretende responder a questão de pesquisa de qual nível interpretante estudantes de Ciências Biológicas de uma universidade estadual do sul do Brasil, possíveis futuros professores de ciências, apresentam quando entram em sala de aula no início da disciplina de física, sendo realizada entre novembro de 2015 e fevereiro de 2016 durante a referida disciplina, que foi reformulada e contempla conteúdos específicos de astronomia desde 2010. De cunho qualitativo, propõe-se aqui, portanto, um levantamento desses níveis interpretantes acerca do fenômeno das EA.

Participaram da pesquisa 18 estudantes, chamando-os de E01 a E18, conforme ordem aleatória dos mesmos, para efeito de sigilo, que realizaram todas as atividades e concordaram em fazer parte da mesma, assinando um termo de consentimento livre e esclarecido. Para o levantamento dos mencionados níveis, foi solicitado aos participantes que realizassem uma representação verbal textual respondendo à questão “o que ocasiona as Estações do Ano?” e que fizessem uma representação imagética envolvendo a Terra e o Sol que explicasse o referido fenômeno.

Além da referida análise, procurou-se investigar se a turma não estava “contaminada” com algum tipo de curso ou prática de astronomia, fugindo da realidade do contexto de formação inicial de futuros professores de ciências, através de um questionário de múltipla escolha, denominado teste diagnóstico, que levantou informações a respeito da formação escolar da amostra anterior à pesquisa.

3 Resultados e Discussões

Os estudantes participantes possuem um perfil socioeconômico que não diferencia muito do restante das instituições estaduais de ensino superior do Brasil⁸. A maioria dos estudantes (89,7%) do curso frequentou todo o ensino de nível médio em escola pública. Grande parte dos estudantes (51,7%) fazem parte de famílias com renda total de até 3 salários mínimos. Apesar de todas as adversidades, o referido curso participante da pesquisa foi bem avaliado na última avaliação do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Anísio Teixeira (INEP)⁹ de 2014, obtendo faixa 4 no ENADE e faixa 3 do Conceito Preliminar de Curso.

Os resultados do teste diagnóstico mostram que, dentre os alunos pesquisados, 14 declararam ter algum tipo de dificuldade com matemática e 13 alegaram ter algum contato com conteúdo astronômico, variando desde documentários, filmes, livros, revistas, feira de ciências, à participação em olimpíadas de astronomia ou de monitoria em um planetário.

Com relação aos níveis de significado, todos apresentaram estar estagnados no Nível Interpretante Imediato, sendo equivalente àquele anterior a qualquer ato instrucional sobre as EA. Em outras palavras, o efeito interpretante do aprendiz se manifesta em significados análogos aos anteriores a quaisquer atos educacionais de conteúdos específicos de astronomia, que permanece circunscrito ao contexto dos conhecimentos prévios, senso comum, aparente, intuitivo do aprendiz. Podemos classificar os interpretantes imediatos apresentados basicamente em três tipos: (i) concepções DTS; (ii) uso de chavões; e (iii) representações confusas.

3.1 Tipo I: Concepções DTS

A concepção alternativa mais difundida entre pesquisas sobre as EA é a explicação desse fenômeno através da DTS (LELLIOTT; ROLLNICK, 2010). No presente estudo, 8 estudantes apresentaram essa concepção. E05 por exemplo além da explicação das EA através da DTS, apresenta uma representação imagética que mostra as quatro estações ocorrendo em meia translação da órbita da Terra em torno do Sol:

E05: “O movimento de translação em torno do Sol. Em algum período o planeta terra (sic) se encontra mais perto do Sol, gerando pra (sic) nós a estação verão e assim se sucede. A maior distância entre terra-sol (sic) ocasiona a estação frio”.

⁸ Fonte: <<http://enadeies.inep.gov.br/enadeIes/enadeResultado/>>, acesso realizado em 27/08/2016.

⁹ idem nota anterior.

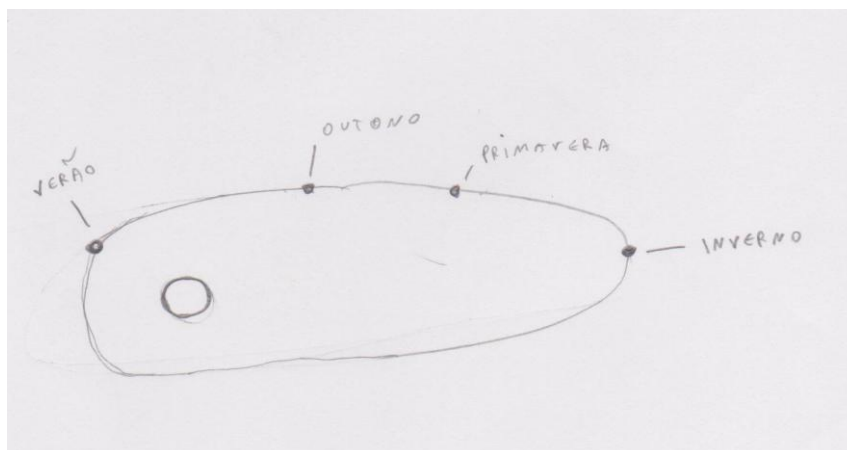


Figura 3 - Representação imagética de E05 das Estações do Ano.

Outra concepção apresentada que explica as EA através da DTS, mas ao longo de uma translação completa, foi apresentado por E01, E07, E10, E15 e E17, conforme exemplificado abaixo.

E15: “A translação, uma volta completa em torno do Sol; duração de 365 dias”.

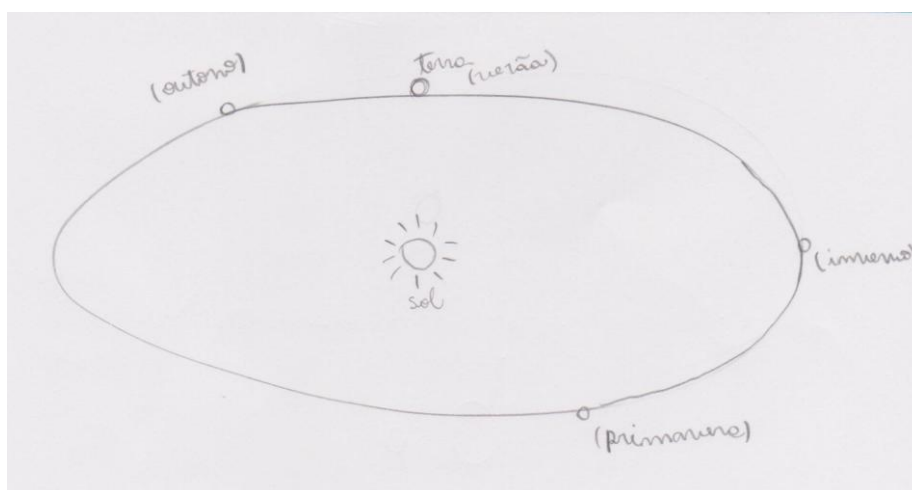


Figura 4 - Representação imagética de E15 das Estações do Ano.

Conforme pode ser percebido, E15 explica as EA através da DTS, em que a órbita da Terra em torno do Sol mostra-se muito excêntrica, denominando “verão” um ponto mais próximo e “inverno” um ponto mais afastado, enquanto que em dois pontos intermediários “primavera” e “outono”.

Outro tipo de explicação dada foi exposta por E02 e E11, que explanaram as EA devido à DTS, mas sem identificá-las ao longo de uma translação completa, apenas mencionando que as estações “mais quentes” acontecem quando a Terra se encontra mais próxima do Sol e as “mais frias” quando nosso planeta se localiza mais afastado:

E11: “A distância da terra em relação ao sol (sic)”.

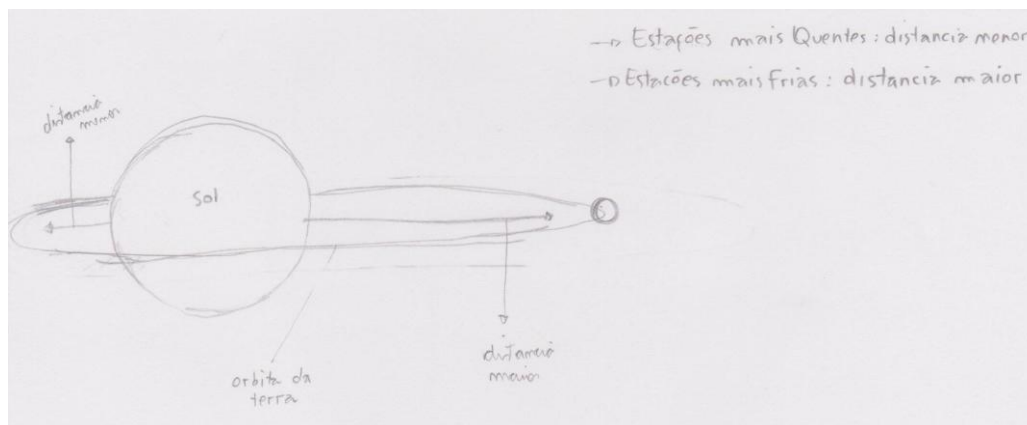


Figura 5 - Representação imagética de E11 das Estações do Ano.

Por sua vez, E06 explica as EA através da DTS, mas apresenta uma representação imagética com a órbita da Terra fragmentada em torno do Sol, não explicitando uma translação completa:

E06: “A posição da Terra perante ao (sic) Sol, tem época como no verão que a Terra em seu movimento de translação se encontra mais perto do Sol, e no inverno mais longe como por exemplo”.

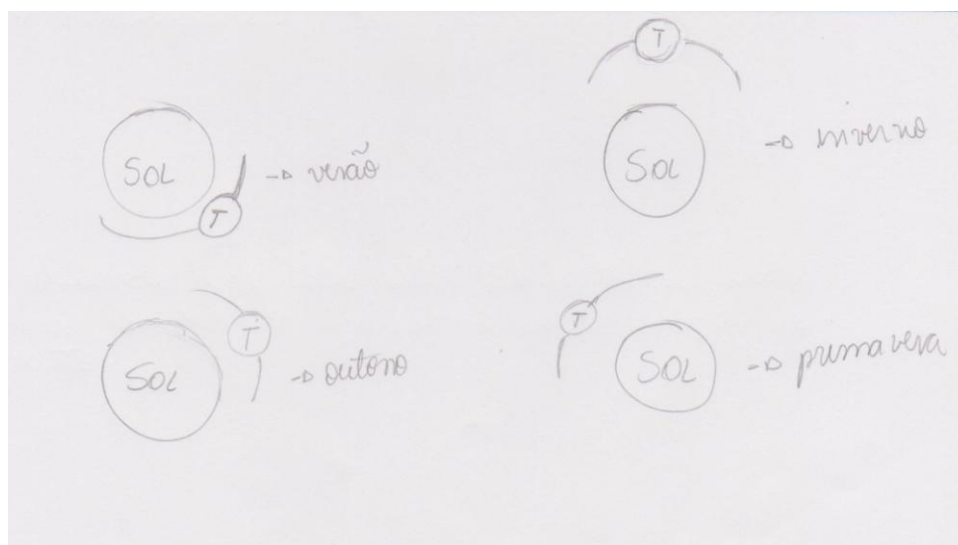


Figura 6 - Representação imagética de E06 das Estações do Ano.

3.2 Tipo II: Uso de Chavões

Um dos resultados do estudo de Bisch (1998) sobre concepções de astronomia de alunos e professores foi a explicação de conceitos utilizando-se de respostas padronizadas, memorizadas e vazias. Ou seja, respostas repetidas ‘por quem aprendeu’ sempre da mesma forma, o que ele acabou denominando de “chavões” (BISCH, 1998, p. 225). Eles podem ser chavões verbais, no caso de enunciados, ou gráficos, no caso de imagens. E04, E08 e E16 apresentaram esses chavões na explicação das EA, sendo denominados do Tipo II, que pode ser exemplificado no caso de E16.

E16: “O distanciamento do Sol e da Terra, em eventos conhecidos como solstício e equinócio”;

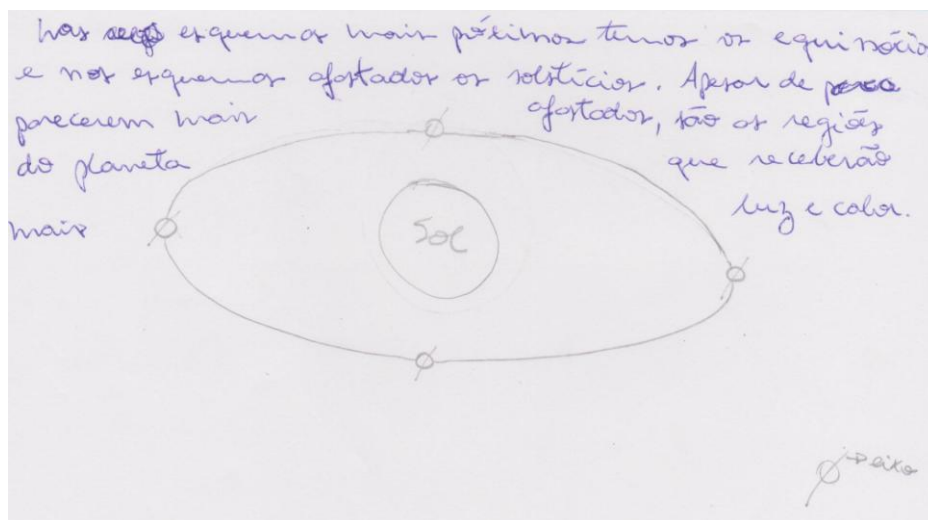


Figura 7 - Representação imagética de E16 das Estações do Ano.

Percebe-se que E16 menciona o distanciamento da Terra em relação ao Sol, mas apresenta, em sua representação imagética, um exemplo típico de chavão imagético da inclinação do eixo de rotação da Terra, que provavelmente viu em algum material e reproduz mecanicamente sem a menor reflexão sobre o que isso teria a ver com as EA na Terra.

3.3 Tipo III: Representações Confusas

Além das explicações acima mencionadas, E03, E09, E12, E13, E14 e E18 apresentaram concepções confusas, claramente equivalentes ao significado anterior a qualquer ato de instrução, permanecendo estagnadas ao primeiro nível interpretante, sendo classificadas como Tipo III. E09, por exemplo, confunde os movimentos de rotação e translação:

E09: “O fato da terra (sic) realizar movimento de Rotação ao redor do Sol”.

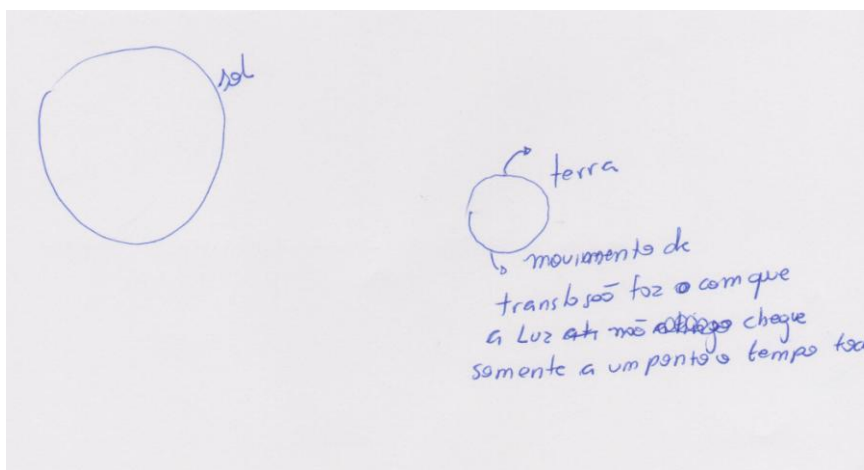


Figura 8 - Representação imagética de E09 das Estações do Ano.

Por sua vez E13 menciona tanto a distância Terra-Sol quanto a da Terra com relação à Lua para explicar as EA:

E13: “o que ocasiona as estações do ano é “A rotação da Terra e da (sic) distância que ela se encontra do sol (sic) e da lua (sic) na onde (sic) o sol (sic) incide em linha reta sobre a terra (sic)”.

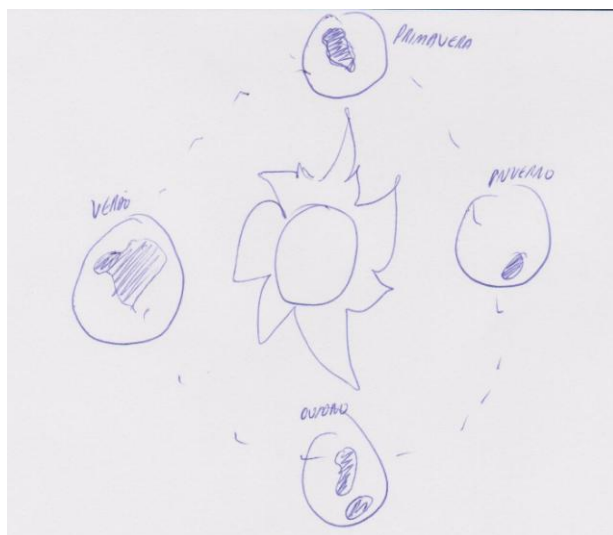


Figura 9 - Representação imagética de E13 das Estações do Ano.

4 Considerações Finais

O presente trabalho é um recorte de uma pesquisa mais abrangente, ainda em andamento, que procura investigar a significação efetiva de conceitos astronômicos com uso de uma Diversidade Representacional, em oposição a uma aprendizagem mecanicista, para que o aprendiz construa conteúdos conceituais, procedimentos e valores a respeitar envolvidos com esses conteúdos (ZABALA, 1998). Procurou-se responder à questão de pesquisa de qual nível interpretante, sobre as EA, estudantes de nível superior de um curso específico em licenciatura de ciências biológicas, prováveis futuros professores de ciências, apresentam ao entrarem em sala de aula.

Todos os alunos demonstraram estar estagnados ao primeiro nível interpretante em relação ao significado das EA. A grande maioria dos participantes do presente estudo utilizou a concepção alternativa mais difundida para a explicação das EA, valendo-se da DTS para explicarem o referido fenômeno. Assim como encontrado por Pedrochi e Neves (2005), em pesquisa realizada em estudantes universitários abordando vários temas astronômicos, alguns aprendizes apresentaram chavões (BISCH, 1998), isto é, respostas mecânicas padronizadas, memorizadas e vazias, repetidas ‘por quem aprendeu’ sempre da mesma forma, que ele provavelmente leu em algum material ou ouviu em sala de aula em algum momento, e a utiliza sem convicção e sem a realização de uma reflexão pormenorizada dos elementos envolvidos no conceito em questão.

Uma constatação interessante é que, apesar de 72,2% dos estudantes terem declarado que já tiveram contato com algum conteúdo de astronomia, variando desde conteúdos vistos nos ensinamentos fundamental e médio, documentários, filmes, livros,

revistas, participação em olimpíadas de astronomia a ter trabalhado como monitor de um planetário, não expressaram nenhuma concepção correta sobre o fenômeno das Estações do Ano.

Uma implicação do atual trabalho é com relação ao despreparo da formação de futuros professores com relação aos conteúdos astronômicos como as EA. Poucos cursos de formação inicial fornecem aos futuros professores disciplinas que abordam astronomia (BRETONES, 1999). A formação (inicial e continuada) do professor do curso envolvido na atual pesquisa com relação a conteúdos de astronomia e astrofísica proporcionou ao referido docente incorporá-los à ementa da disciplina. Se os alunos do presente estudo não estivessem inseridos nesse contexto, os dados indicam que esses futuros profissionais provavelmente não teriam base alguma para ensinar conteúdos sobre as EA e provavelmente, demais temas astronômicos. Isso reforça ainda mais a importância de uma reformulação da formação inicial docente com relação aos conteúdos de astronomia e ressalta a importância da formação continuada (IACHEL, 2013) de professores de ciências em atuação pelo país.

Agradecimentos

O segundo autor agradece ao CNPq (CNPq - processo 302281/2015-0).

Referências

- AMARAL, P.; OLIVEIRA, C. E. Q. V. Astronomia nos livros didáticos de ciências: uma análise do PNLD 2008. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 12, p. 31-55, 2011.
- ANDERSSON, B. The experimental gestalt of causation: a common core to pupils preconceptions in science. **European Journal of Science Education**, v. 8, p. 155-171, 1986.
- ATWOOD, R.; ATWOOD, V. Preservice elementary teachers' conceptions of the causes of the seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 33, n. 5, p. 553-563, 1996.
- BARTHES, R. **Mitologias**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1999.
- BATISTA, I. L. O Ensino de Teorias Físicas mediante uma estrutura Histórico-Filosófica. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 3, p. 461-476, 2004.
- BAXTER, J. Childrens' understanding of familiar astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 11, special issue, p. 502-513, 1989.
- BISARD, W.; ARON, R.; FRANCEK, M.; NELSON, B. Assessing selected physical science and earth science misconceptions of middle school through university preservice teachers. **Journal of College Science Teaching**, v. 24, p. 38-42, 1994.

- BISCH, S. M. **Astronomia no Ensino Fundamental: Natureza e conteúdo do conhecimento de Estudantes e Professores**. 1998. 301 f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências) - IF/USP, São Paulo, 1998.
- BIZZO, N. Graves erros de conceitos em livros didáticos de ciência. **Ciência Hoje**, n. 121, v. 21, p. 26-35. 1996.
- BRETONES, P. S. **Disciplinas introdutórias e Astronomia nos cursos superiores do Brasil**. 1998. 187 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Instituto de Geociências/UNICAMP, Campinas, 1999.
- BRETONES, P.S. (Org.). **Jogos para o Ensino de Astronomia**. 2. ed. Campinas: Átomo, 2014.
- BUCZYNSKA-GAREWICZ, H. The interpretant and a system of signs. **Ars Semeiotica**, v. 4, n. 2, p. 187-200, 1981.
- CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino das ciências**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CAMINO, N. Ideas previas y cambio conceptual en astronomía. Un estudio con maestros de primaria sobre el día y la noche, las estaciones y las fases de la Luna. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 1, p. 81-96, 1995.
- CANALLE, J. B. G.; TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B. Análise do conteúdo de astronomia de livros de geografia de 1º grau. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 14, n. 3, p. 254-263, 1997.
- CANIATO, R. **A Terra em que vivemos**. Campinas: Átomo, 2007.
- CANIATO, R. **O céu**. Campinas: Átomo, 2011.
- CARVALHO, A. M. P.; GIL-PEREZ, D. **Formação de Professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2001.
- CENTRO DE DIVULGAÇÃO DA ASTRONOMIA (CDA). Universidade de São Paulo (USP). **Análises e propostas para o ensino da Astronomia**. 1997. Disponível em: <<http://www.cdcc.usp.br/cda/producao/sbpc93>>. Acesso em: 07 out. 2016.
- MANOEL, J. ¿Por qué hay veranos e inviernos? Representaciones de estudiantes (12-18) y de futuros maestros sobre algunos aspectos del modelo Sol-Tierra. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 13, n. 2, p. 227-236, 1995.
- MANOEL, J.; MONTERO, A. Dificultades en el aprendizaje del modelo Sol-Tierra. Implicaciones didácticas. **Enseñanza de las ciencias de la Tierra**, v. 3, n. 2, p. 91-101, 1995.
- DRIVER, R. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, f. 1, p. 3-15, 1986.
- DRIVER, R. **The pupil as scientist?** Milton Keynes: Open University, 1983.

DRIVER, R. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo de ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 6, p. 109-120, 1988.

DRIVER, R.; EASLEY, J. Pupils and paradigms: A review of literature related to concept development in adolescent science students. **Studies in Science Education**, v. 5, p. 61-84, 1978.

DUNLOP, J. How children observe the Universe. **Publications of the Astronomical Society of Australia**, v.17, p.194-206, 2000.

ECO, H. **O signo**. Lisboa: Editorial Presença, 1985.

EPSTEIN, I. **O signo**. 7. ed. São Paulo: Ática, 2002.

FREITAS, M.; DUARTE, M. C. Ensino de biologia: implicações da investigação sobre as concepções alternativas dos alunos. **Revista Internacional**, v. 3, n. 11-12, p. 125-137, 1990.

GIL PÉREZ, D. La metodología científica y la enseñanza de de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 4, p. 111-121, 1986.

GILBERT, J. K. Children's science and its consequences for teaching. **Science Education**, v. 66, p. 623-633, 1982.

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

HORVATH, J. E. **O ABCD da Astronomia e Astrofísica**. São Paulo: Livraria da Física, 2008.

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

JOHANSEN, J. D. **Dialogic Semiosis: an essay on signs and meaning**. Bloomington & Indianapolis: Indiana University, 1993.

JOHANSEN, J. D. Prolegomena to a semiotic theory of text interpretation. **Semiotica**, v.57, n. 3/4, p.225-288, 1985.

KIKAS, E. Pupils' explanations of seasonal changes: Age differences and the influence of teaching. **British Journal of Educational Psychology**, v. 68, p. 505-516, 1998.

KÜÇÜKÖZER, H. The effects of 3D computer modelling on conceptual change about seasons and phases of the Moon. **Physics Education**, v. 43, n. 6, p. 632-636, 2008.

LABURÚ, C. E. Níveis de significados da aprendizagem científica do estudante: em direção à elaboração de um instrumento analítico inspirado em uma leitura peirceana. **Revista Eletrônica Debates em Educação Científica e Tecnológica**, v. 4, n. 1, p. 192-221, 2014.

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

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

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

LANGHI, R.; NARDI, R. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos em ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111. 2007.

LEITE, C. **Os professores de ciências e suas formas de pensar astronomia**. 160 f. Dissertação (Mestrado Física): Universidade de São Paulo, Instituto de Física, São Paulo. 2002.

LELLIOTT, A.; ROLLNICK, M. Big Ideas: A review of astronomy education research 1974–2008. **International Journal of Science Education**, v. 32, n. 13, p. 1771-1799, 2010.

LIMA, E. **A visão do professor de ciências sobre as estações do ano**. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática): Universidade Estadual de Londrina. 2006.

LIMA, E.; TREVISAN, R. H. Representações dos professores de ciências do ensino fundamental sobre as estações do ano. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA (ENPEC), 5., Bauru: 2005. **Atas...** Bauru: Abrapec, 2005. p. 1-10.

LINKE, R. D.; VENZ, M. I. Misconceptions in physical science among non-science background students. **Research in Science Education**, v. 9, p. 103-109, 1979.

LONGHINI, M. D. (Org.). **Ensino de astronomia na escola: concepções, ideias e práticas**. Campinas: Átomo, 2014.

MANT, J.; SUMMERS, M. Some primary-school teachers' understanding of the Earth's place in the Universe. **Research Papers in Education**, v. 8, n. 1, p. 101-129, 1993.

NASA. Nasa Space Place. **What causes the seasons?**. Disponível em: <http://spaceplace.nasa.gov/seasons/en>>. Acesso em: 19 ago. 2016.

NOVAK, J. **Theory of education**. Ithaca: Cornell University, 1977.

OJALA, J. The third planet. **International Journal of Science Education**, v. 14, n. 2, p. 191-200, 1992.

OLIVEIRA FILHO, K. S.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. 2. ed.. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

OLIVEIRA, S. S. D. Concepções alternativas e ensino de biologia: como utilizar estratégias diferenciadas na formação inicial de licenciados. **Educar em Revista**, v. 26, p. 233-250, 2005

ORSTEMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

OSBORNE, R. J.; WITTROCK, M. C. Learning science: a generative process. **Science Education**, v. 67, n. 4, p. 489-508, 1983.

PARKER, J.; HEYWOOD, D. The earth and beyond: Developing primary teachers' understanding of basic astronomical events. **International Journal of Science Education**, v. 20, n. 5, p. 503-520, 1998.

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

PEIRCE, C. S. **Semiótica**. São Paulo: Perspectiva, 2005.

PEIRCE, C. S. **Collected Papers**. C. Hartshorne e P. Weiss. eds. (v.1-6) e A. W. Burks. ed. (v.7-8). Cambridge, MA: Harvard University. (Aqui referido como CP; os números das citações referem-se respectivamente aos volumes e aos parágrafos), 1931-58.

PEIRCE, C. S. **Escritos Coligidos**. São Paulo: Abril Cultural, 1980.

PEIRCE, C. S. **The Essential Peirce: Selected Philosophical Writings**/edited by the Peirce Edition Project. Bloomington and Indianapolis: Indiana university Press (Aqui referidas como EP seguido do volume), 1998.

POSNER, G. J.; STRIKE, K. A.; HEWSON, P. W.; GERTZOG, W. A. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. **Science Education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

POZO, J. I. A aprendizagem e o ensino de fatos e conceitos. In: COLL, C. et al. **Os conteúdos na reforma**. Porto Alegre: Artes médicas, 1998. p. 17-71.

PRESMEG, N. Semiotics and the “connections” standard: significance of semiotics for teacher of mathematics. **Educational Studies in Mathematics**, v. 61, p. 163-182, 2006.

QUEIROZ, V. **A Astronomia presente nas séries iniciais do Ensino Fundamental das escolas municipais de Londrina**. 146f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática): Universidade Estadual de Londrina. 2008.

ROALD, I.; MIKALSEN, O. Configuration and dynamics of the Earth–Sun–Moon system: An investigation into conceptions of deaf and hearing pupils. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 4, p. 423-440, 2001.

SADLER, P. M. Psychometric models of student conceptions in science: Reconciling qualitative studies and distractor-driven assessment instruments. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 35, n. 3, p. 265-296, 1998.

- SANTAELLA, L. **Matrizes da Linguagem e Pensamento**. São Paulo: Iluminuras, 2005a.
- SANTAELLA, L. **Semiótica Aplicada**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005b.
- SANTAELLA, L. **Teoria Geral dos Signos: Como as linguagens significam as coisas**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004.
- SAVAN, D. **An introduction to C. S. Peirce's full system of semiotic**. Toronto: Victoria College of the University of Toronto (Monograph Series of the Toronto Semiotic Circle, 1). 1976.
- SCHOON, K. Students' alternative conceptions of Earth and space. **Journal of Geological Education**, v.40, p.209-214, 1992.
- SMITH, J. P.; DISESSA, A. A.; ROSCHELLE, J. Misconceptions reconceived: A constructivist analysis of knowledge in transition. **The journal of the learning sciences**, v. 3, n.2, p. 115-163, 1993.
- SOLBES, J.; PALOMAR, R. Dificultades en el aprendizaje de la astronomía en secundaria. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 35, n. 1, p. 1401, 2013.
- SUMMERS, M.; MANT, J. A survey of British primary school teachers' understanding of the Earth's place in the universe. **Educational Research**, v. 37, n. 1, p. 3-19, 1995.
- TANG, K-S.; MOJE, E. B. Relating multimodal representations to the literacies of Science. **Research in Science Education**, v. 40, p. 81-85, 2010.
- TESTA, I.; LECCIA, S.; PUDDU, E. Astronomy textbook images: do they really help students?. **Physics Education**, v. 49, n. 3, p. 332, 2014.
- TREVISAN, R. H.; LATTARI, C. J. B.; CANALLE, J. B. G. Assessoria na avaliação do conteúdo de astronomia dos livros de ciências do primeiro grau. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p.7-16, 1997.
- TRUMPER, R. A cross-age study of junior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **International Journal of Science Education**, v. 23, n. 11, p. 1111-1123, 2001a.
- TRUMPER, R. A cross-age study of senior high school students' conceptions of basic astronomy concepts. **Research in Science and Technological Education**, v. 19, n. 1, p.97-109, 2001b.
- TRUMPER, R. Assessing students' basic astronomy conceptions from junior high school through university. **Australian Science Teachers Journal**, v. 41, p. 21-31, 2001c.
- TRUMPER, R. Teaching future teachers basic astronomy concepts – seasonal changes – at a time of reform in science education. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 43, n, 9, p. 879-906, 2006.

TSAI, C.; CHANG, C. Lasting effects of instruction guided by the conflict map: Experimental study of learning about the causes of the seasons. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 42, n. 10, p.1089-1111, 2005.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.

Artigo recebido em 02/09/2016.

Aceito em 23/11/2016.

A ASTRONOMIA NA FORMAÇÃO INICIAL DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Samuel Costa¹
Geison João Euzébio²
Felipe Damasio³

Resumo: Embora a Astronomia seja considerada uma das ciências mais antigas da humanidade o ensino na educação básica enfrenta deficiências. Cabe à escola a difusão dos conceitos cientificamente corretos, entre eles os relacionados à área de Astronomia. O estudo foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina, *Campus Araranguá*. Foi objetivado apresentar as atividades desenvolvidas durante a formação inicial de docentes de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física, e contribuir para a divulgação e melhoria do ensino-aprendizagem de Astronomia. Foi apresentado o processo conduzido para avaliar esta formação, acompanhado dos resultados. Foram apontadas as análises da atividade na ótica dos participantes, além de tecidas considerações sobre seu emprego como recurso ao ensino de Astronomia e na formação docente.

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

LA ASTRONOMÍA EN LA FORMACIÓN INICIAL DEL PROFESORADO DE CIENCIAS

Resumen: Si bien la Astronomía es considerada una de las ciencias más antiguas de la humanidad, su enseñanza en la educación básica muestra deficiencias. Corresponde a la escuela la difusión de los conceptos científicamente correctos, entre ellos los relacionados al área de Astronomía. Este estudio se realizó en el Instituto Federal de Educación, Ciencia y Tecnología de Santa Catarina, *Campus Araranguá*. El objetivo era presentar las actividades desarrolladas durante la formación inicial de los docentes de Licenciatura en Ciencias Naturales con especialidad en Física y contribuir para la divulgación y mejoría de la enseñanza-aprendizaje de la Astronomía. Se presenta el proceso que se llevó a cabo para evaluar dicha formación, junto con sus resultados. Son identificadas análisis de la actividad por los participantes, y se hacen observaciones sobre su uso como recurso para la enseñanza de la Astronomía y la formación de docentes.

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

ASTRONOMY IN THE INITIAL FORMATION OF SCIENCES TEACHERS

Abstract: Although astronomy is considered one of the older sciences of mankind, its teaching in basic education is facing problems. It is the school responsibility the dissemination of correct scientific concepts, including those related to Astronomy. This study was conducted at the *Federal Institute of Education, Science and Technology of Santa Catarina, Campus Araranguá*. In this article, we aimed to present the activities developed to help the formation of teachers, training undergraduate students in Natural Sciences with specialization in Physics to contribute to the dissemination and improvement of the teaching-learning of Astronomy. This paper presents the process and results of the evaluation of that training program. Analyses of the activity from the perspective of the participants are indicated and

¹ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), *campus Araranguá*.
E-mail: <samuel.costa@ifsc.edu.br>.

² Mestrando em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), *campus Araranguá*.
E-mail: <geisonjoaoeuzebio@gmail.com>.

³ Docente do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), *campus Araranguá*.
E-mail: <felipe.damasio@ifsc.edu.br>.

additional considerations are made regarding its use as a resource for teaching Astronomy and for teacher training.

Keywords: Physics degrees; Teaching of Astronomy; Teaching of Science.

1 Introdução

Desde os tempos mais remotos a Astronomia causa fascínio na Sociedade, prova disto, por volta de 3000 a.C. os chineses, os babilônios, os assírios e os egípcios fizeram os primeiros registros escritos sobre os astros (OLIVEIRA e SARAIVA, 2004). Mas somente a partir da Idade Média e com o início do Renascimento foi que a Astronomia avançou, sendo consolidada apenas no final dos séculos XIX e XX, impulsionada pela evolução tecnológica (DARROZ; HEINECK; PÉREZ, 2011).

Atualmente a Astronomia está materializada como Ciência, estando no bojo desta o estudo dos astros e dos fenômenos celestes que compõe o cotidiano (SCARINCI e PACCA, 2006). Devido ao fascínio e a gama de conhecimento no âmbito astronômico, a referida Ciência é objeto de interesse de diferentes áreas do conhecimento, como a Física, a Química, a Matemática, a Geografia e a Biologia (DARROZ; HEINECK; PÉREZ, 2011), por exemplo.

Apesar da relevância atribuída à Astronomia, atualmente a abordagem desta na educação básica é muito tímida e precária, sendo quase sempre, única e exclusivamente, encargo das unidades curriculares de Geografia e Ciências no ensino fundamental, sendo que não raramente cai no esquecimento no ensino médio (SCARINCI e PACCA, 2006). Devido a este fato o conhecimento que a sociedade apresenta sobre Astronomia, muitas vezes, é formado apenas a partir do senso comum ou por influência da mídia, torando-se pouco qualificado (LEITE e HOSOUME, 2007).

Na educação básica o conhecimento astronômico é tratado, quando é tratado, ocorre de forma superficial e incipiente, repleto de erros conceituais (LANGHI e NARDI, 2009), sendo dois fatores os principais contribuintes para esta situação.

O primeiro fator está ligado à presença de erros conceituais em livros didáticos, que são perpetuados juntos aos alunos (LANGHI e NARDI, 2007; AMARAL e OLIVEIRA, 2011). Isto faz com haja a possível relação entre os erros e as concepções alternativas que os alunos e professores apresentam (OSTERMANN e MOREIRA, 1999).

Como segundo fator condicionante da precariedade do ensino de Astronomia está a formação inicial docente (AROCA e SILVA, 2011) que pouco aborda o tema, conforme destacado por diversos autores (LEITE e HOSOUME, 2007; LANGHI e NARDI, 2005; 2010; LANGHI, 2011). De acordo com Langhi e Nardi (2009), o ensino da Astronomia está a cargo da unidade curricular de Ciências, cujos professores, geralmente, são formados em Ciências Biológicas, curso que raramente discute o tema, ou quando o faz realiza de forma superficial.

A referida deficiência na formação docente reflete na prática realizada na escola, que geralmente se resume aos conhecimentos livrescos (LANGHI e NARDI, 2005), transmitidos e recebidos de forma acrítica. Esta situação evidencia ainda, um ensino astronômico conduzido por termos sem cientificidade, impregnado de

concepções alternativas, e às vezes fomentando erros banais (AROCA e SILVA, 2011). Além disto, devido a pouca afinidade pela temática as práxis pedagógicas costumam se caracterizar por episódios isolados, esforços pontuais (LANGHI e SCALVI, 2013) e descontextualizados.

Considerando o despreparo docente para ensinar Astronomia apontado por diversos autores (FARIA e VOELZKE, 2008; AROCA e SILVA, 2011; GONZAGA e VOELZKE, 2011; LANGHI e NARDI, 2012), há a necessidade que esta seja abordada na formação inicial dos professores de Ciências da Natureza, para fomentar os conceitos, assim como metodologias, que auxiliem no ensino na educação básica.

A formação inicial exerce papel preponderante na futura atuação docente, pois é neste momento que conhecimentos iniciais podem ser trabalhados e significados. No entanto, a carência de formação inicial para o ensino de Astronomia (LANGHI e NARDI, 2010; LANGHI, 2011; GONZATTI et al., 2013), acarreta na incapacidade docente de atender as próprias expectativas e as dos alunos (LEITE e HOSOUME, 2007; GONZATTI et al., 2013).

A partir da formação inicial os professores podem trabalhar a Astronomia nas escolas considerando os fenômenos e as teorias físicas que fazem parte do escopo astronômico (SACARINCI e PACCA, 2006). Com isto, há a possibilidade de difundir conhecimentos sobre os astros de modo que possibilite mudanças nas concepções alternativas dos alunos (DIAS e SANTA RITA, 2008; GAMA e HENRIQUE, 2010), em direção as cientificamente aceitas.

A formação inicial docente em Astronomia permite ainda amenizar o descaso que vem ocorrendo com o ensino da Astronomia, no qual grande parte dos alunos da educação básica sai da escola sem nenhum ou com pouco conhecimento sobre os astros (DIAS e SANTA RITA, 2008). Além disto, pode contribuir para a formação crítica, a partir do compartilhamento do conhecimento científico junto aos estudantes, permitindo a formação cidadã a partir da alfabetização científica.

Porém, Gonzatti et al. (2013) assinalam que a superação da situação atual em que se encontra o ensino de Astronomia na educação básica, assim como dos obstáculos existentes, a formação inicial deve ser concebida e ressignificada

[...] visando a propiciar, por um lado, o contato dos professores com as importantes contribuições da pesquisa em ensino de Ciências e de Astronomia e, por outro, a contemplar os conteúdos essenciais nos currículos dos cursos de licenciatura. Não basta reconhecer cenários, é preciso intensificar a articulação entre [a extensão,] a pesquisa e o ensino desde as etapas iniciais da formação docente (GONZATTI et al., 2013, p.40).

Objetivando suprir as deficiências de futuros professores para o ensino de Astronomia, assim como contribuir com a melhoria do ensino dos astros, foi planejado, implementado e avaliado um curso de formação inicial docente para alunos de um curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física.

2 Sujeitos/local da pesquisa e coleta e análise de dados

Esta investigação foi realizada sob o enfoque qualitativo e descritivo, na qual as informações obtidas se caracterizaram como opiniões pessoais expostas de forma descritiva (CERVO; BERVIAN; SILVA, 2007). Assim, a interpretação e análise dos dados utilizaram as descrições e narrativas dos participantes.

Participaram oito alunos do Curso de Licenciatura em Ciências da Natureza com habilitação em Física do Instituto Federal de Santa Catarina, do *campus* localizado no município de Araranguá – SC. Na ocasião, os participantes estavam matriculados na 4ª fase, apresentavam entre 19 a 35 anos e a maioria pertencia ao sexo feminino (cinco).

A seleção dos alunos foi intencional a partir da acessibilidade e disponibilidade. Assim, todos estavam matriculados na unidade curricular de Projeto Integrador IV, a qual possibilitou o desenvolvimento das atividades de formação inicial docente em Astronomia. Assim, a investigação se constituiu do planejamento, da implementação e da avaliação de um curso de formação inicial docente em Astronomia de 34 horas, cujo detalhamento está exposto na próxima seção.

A coleta dos dados foi realizada durante e após a execução da formação inicial, por meio de diário de aula e do grupo focal, respectivamente. No primeiro instrumento foram anotadas todas as observações e informações percebidas durante as atividades, como as conversas informais, os comportamentos dos alunos e as demais informações pertinentes, conforme recomendação de Zabalza (2004).

O grupo focal foi realizado coletivamente na forma de discussão informal de maneira que fosse possível obter informações qualitativas e precisas em termos de profundidade, considerando Gatti (2005). Desta forma, foi revelado o posicionamento dos participantes sobre a formação inicial em Astronomia.

Neste processo, o pesquisador assumiu o papel de moderador levantando assuntos previamente elencados, organizados em um roteiro pré-construído, incentivando a participação de todos e evitando que um ou outro dominasse as posições dos demais indivíduos. Assim, inicialmente o moderador explicou como ocorreria a dinâmica, partindo para as perguntas. As repostas do grupo focal foram gravadas em áudio e transcritas para posterior análise, sendo divididas em três dimensões:

- 1) **Acerca do tema de Astronomia** (i. Qual o seu grau de interesse na área antes da formação inicial? ii. Qual o seu grau de interesse de ensinar Astronomia antes da formação inicial? e iii. Algumas das atividades despertaram o seu interesse por Astronomia ou ensino desta? Quais?).
- 2) **Acerca das aulas teóricas** (i. A sequência das aulas teóricas foi adequada para a abordagem do tema no seu ponto de vista? Justifique. ii. A visita no planetário ajudou a compreender os conceitos vistos nas aulas teóricas? De que forma? E qual a relevância das demais atividades neste papel? e iii. Você percebeu relação entre as diversas aulas e atividades do projeto? Justifique).
- 3) **Acerca da importância das aulas na formação inicial** (i. Você identificou durante o curso mudanças em relação as suas pré-concepções? Justifique; ii. Você percebeu a área de Astronomia com maior ou menor relevância após o projeto, seja para ser ensinada ou como área de conhecimento?; e iii. Você pretende explorar o uso de contos, a visita à espaços não formais de ensino e a

produção de materiais didáticos para o ensino de Astronomia? Descreva).

Para a análise dos dados foi utilizada a Análise de Conteúdo de Bardin (2009), a partir da qual foi possível identificar os principais conceitos ou temas abordados nas respostas para a entrevista. Para tanto, em busca do entendimento de como realização da formação foi percebida pelos participantes foram seguidas as quatro fases sugeridas pela autora: leitura flutuante, seleção de unidades de análise, categorização e tratamento dos resultados em busca de interpretação.

3 Descrição da formação inicial

A formação inicial docente em Astronomia foi realizada em 34 horas-aula, distribuídas em encontros semanais de duas horas-aula. Os temas abordados foram adaptados a partir da “Astronomia Essencial” sugerida por Langhi e Nardi (2012) ao longo de cinco etapas, divididas em nove momentos, sendo: (i) aulas teóricas (14 aulas); (ii) visita ao planetário (4 aulas); (iii) leitura e produção de contos de ficção científica (6 aulas); (iv) produção de material didático para o ensino de Astronomia (6 aulas) e; (v) Avaliação das atividades (4 aulas) (Tabela 1).

Etapa	Momentos	Tópicos abordados	Recursos
Fundamentação teórica	1. História da Astronomia (2 aulas)	Diferença entre Astronomia e astrologia; Astronomia antiga e aplicações na agricultura, na medida do tempo e na previsão do futuro.	Slides
	2. Ícones da Astronomia I (2 aulas)	Aristarco e Eratóstenes	Slides
	3. Ícones da Astronomia II (2 aulas)	Copérnico e o heliocentrismo	Vídeo e artigo científico
	4. Astronomia essencial I (4 aulas)	Sistema Terra-Lua, Sistema Solar e Exoplanetas	Slides, vídeos e artigo científico
	5. Astronomia essencial II (4 aulas)	Estrutura e evolução estelar, Via Láctea, Noções de Cosmologia e de Astrobiologia	Slides, vídeos e observação do céu noturno
Excursão	6. Planetário (4 aulas)	Espaço não formal para o ensino de Astronomia	Visita ao planetário
Produção textual	7. Contos de ficção científica no ensino de Astronomia (6 aulas)	Produção textual no ensino de Astronomia	Contos de ficção científica e produção textual
Materiais didáticos	8. Materiais didáticos no ensino de Astronomia (6 aulas)	Produção de materiais didáticos sobre conhecimentos astronômicos	Materiais didáticos produzidos
Avaliação	9. Grupo focal (4 aulas)	Avaliação do tema, das aulas e da importância para a formação docente	Entrevista informal em grupo

Tabela 1 - Detalhamento da formação inicial em Astronomia realizada junto aos participantes.

Fonte: Os autores.

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (AUSUBEL, 2003) foi utilizada como motivação para o planejamento, a construção e a aplicação do curso de formação inicial, porém não foi utilizada com acuidade na análise

dos dados. A TAS considera que a aprendizagem deve ocorrer entre a relação não-litera e não-arbitrária do conhecimento prévio com o conhecimento a aprender, ou seja, o científico. Para tanto, foram respeitadas as duas premissas preconizadas pela teoria em questão, ou seja, a pré-disposição do aluno em aprender e o material a ser aprendido ser potencialmente significativo (MOREIRA, 2012). Assim, os materiais utilizados no decorrer da formação inicial (*slides*, vídeos, textos, artigos científicos e atividades em ambientes não formais) foram escolhidos e utilizados de forma a despertar a pré-disposição do aluno em aprender, no caso da ausência desta.

Em busca da aprendizagem significativa foram seguidos também os princípios programáticos da diferenciação progressiva e da reconciliação integradora, assim como a utilização de organizadores prévios para facilitador do processo, conforme Moreira (2012).

A diferenciação progressiva aconteceu por meio da organização e apresentação inicial dos conceitos mais gerais e inclusivos dos conteúdos, de forma mais ampla inicialmente, sendo progressivamente diferenciados em busca de grau maior complexidade. Isto ocorreu ao longo do desenvolvimento de cada momento da sequência didática. Concomitantemente, a reconciliação integradora ocorreu no momento em que novas informações foram apresentadas em um grau maior de especificidade, permitindo a reorganização de elementos existentes na estrutura cognitiva e a aquisição novos significados.

Os organizadores prévios (*slides* e alguns vídeos) funcionaram como materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido propriamente dito (MOREIRA, 2012). Estes foram propostos em um nível mais alto de generalização e abstração, servindo como meio entre o conhecimento prévio do aprendiz e o conhecimento científico que se procurou ensinar significativamente.

A fundamentação teórica foi iniciada pelo resgate histórico da Astronomia. Assim, foi explicitada a partir de *slides* projetados a relação inicial entre Astronomia e Astrologia, funcionando inicialmente como organizador prévio. Priorizando a premissa da diferenciação progressiva foram sendo destacadas as diferenças e semelhanças entre as duas, salientando a ligação da Astronomia com a Astrologia e as aplicações da Ciência dos astros na agricultura, na medida do tempo e nas previsões do futuro.

No momento dois foi contemplada a contribuição dos filósofos Aristarco e Eratóstenes para a Astronomia. Além disto, foram realizados os cálculos de medida do raio da Terra utilizando uma vareta e a estimativa da distância Terra-Lua e Terra-Sol (ver OLIVEIRA e SARAIVA, 2004). No final, foi distribuído o artigo científico “O início da Revolução Científica: questões acerca de Copérnico e os epiciclos, Kepler e as órbitas elípticas” (DAMASIO, 2011) como leitura para o momento seguinte, com o intuito de promover a diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

O terceiro momento foi iniciado com a apresentação do vídeo “*Copérnico e o heliocentrismo*”, da série *Great Moments in Science and Technology*, extraído do site⁴, que atuou como organizador prévio, a partir do qual foi proporcionada a existência de conhecimentos generalistas que serviram como ancoragem para os novos conhecimentos. Após, o artigo disponibilizado na aula anterior foi discutido e debatido retomando elementos do vídeo inicial, oportunizando a reconciliação integradora,

⁴ <<http://www.youtube.com/watch?v=V5KpAoITk1w>>.

salientando os conhecimentos relevantes para a formação inicial.

A reconciliação integradora também foi realizada no início do quarto momento, salientando alguns conceitos que passaram despercebidos e lembrando outros. Em seguida, foi iniciada a abordagem do momento quatro denominado de “Astronomia Essencial I” pelo tema “Sistema Terra-Sol-Lua”, utilizando como organizador prévio a apresentação do vídeo intitulado “A Terra, o Sol e a Lua” disponível em⁵ e *slides*. Após, por meio da apresentação do vídeo “Planeta” da série ABC da Astronomia⁶, produzido pela TV Escola foi tratado o tema “Sistema Solar”. Além disto, foram utilizados *slides* sobre localização do Sistema Solar na Via Láctea, a localização da Terra no Sistema Solar, a origem do Sistema Solar, a nomenclatura dos planetas, os planetas jovianos e telúricos, exoplanetas, propriedades fundamentais dos planetas, Leis de Kepler e a Lua e suas fases, sendo os assuntos diferenciados progressivamente. Por fim, foi exibido outro vídeo que comparou os tamanhos dos astros em escala, retirado do site⁷.

Na última parte da primeira etapa foi abordado o momento cinco chamado de “Astronomia essencial II”, iniciado com a leitura e a discussão do artigo científico “Eclipses solares e lunares” (LIMA e ROCHA, 2004), que serviu como organizador prévio. Por conseguinte, foi apresentado o vídeo “A Via Láctea e as galáxias” disponível em⁸ e apresentado *slides* com os temas: Estrutura e evolução estelar, Via Láctea e Noções de Cosmologia e de Astrobiologia. E finalmente, foi realizada a observação do céu noturno com o auxílio dos membros do Clube de Astronomia do Instituto Federal de Santa Catarina, *campus* Araranguá (CA²), permitindo que os conhecimentos abordados ao longo deste momento fossem reconciliados de forma integrada.

Na etapa intitulada de “Excursão” foi focado o ensino de Astronomia em espaços não formais de ensino. Assim, foi realizada a visita ao planetário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), localizado em Porto Alegre (RS). Durante a visita foi assistido ao programa “A Harmonia do Mundo”, que trouxe uma ordem cronológica acerca da Astronomia. Foram abordados temas que retrataram a evolução do pensamento humano a respeito dos sistemas de mundo e suas implicações políticas e filosóficas (Astronomia mesopotâmica, grega e egípcia, as principais teorias sobre o Sistema Solar e o Universo, as ideias de Giordano Bruno, Nicolau Copérnico e Galileu Galilei, os trabalhos de Tycho Brae e a Lei da Gravitação Universal de Isaac Newton). A maioria destes temas já havia sido trabalhada nas aulas teóricas, sendo assim, os alunos puderam ter uma melhor perspectiva sobre eles, além de conseguir visualizá-los no planetário.

A terceira etapa consistiu na elaboração de contos de ficção científica. Para tanto, foi realizada uma apresentação de *slides* explorando o que é, as características e a forma de ler o conto de ficção científica. Em seguida, foram distribuídos contos retirados de Caruso (2009), que foram lidos e depois discutidos em grupo. Após, cada discente escreveu o próprio conto, o qual teve que apresentar na trama conceitos de Astronomia.

⁵ <<https://www.youtube.com/watch?v=6dW7qbVaA7M>>.

⁶ <<https://www.youtube.com/watch?v=sJyUxcYR3UA&list=PL786495B96AB0CC3C&index=17>>.

⁷ <www.apollochannel.com>.

⁸ <<https://www.youtube.com/watch?v=d-Z-krTndVk>>

A produção de materiais didáticos para o ensino de Astronomia compôs a quarta etapa da formação inicial. Para tanto, foi sugerido que escolhessem um tópico de Astronomia, que poderia ser abordado no ensino fundamental, sobre o qual produziram um material didático. Com isto, foi objetivado que os licenciados refletissem sobre a importância e a viabilidade de produzir materiais didáticos de forma significativa e que contribuísse para o ensino da Astronomia.

E finalmente, a última etapa foi constituída da avaliação da implementação da formação inicial docente para o ensino de Astronomia, conforme descrita na seção seguinte.

4 Avaliação da formação inicial docente em Astronomia: contribuições para a práxis

4.1 Acerca do tema Astronomia

A maioria dos participantes afirmou que apresentava interesse prévio por Astronomia antes da formação inicial. Dentre os motivos para este fato, foram citados a participação no Clube de Astronomia do próprio Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC (CA²), no qual desenvolviam atividades de divulgação científica acerca do tema que havia despertada a motivação em conhecer assuntos relacionados aos astros (para saber mais sobre o CA² ver DAMASIO; ALLAIN; RODRIGUES, 2013). Os demais destacaram que apesar de certa curiosidade, não tinham interesse real sobre os conhecimentos astronômicos, porém depois da formação houve maior interesse pelo assunto (Tabela 2).

Categoria	Nº de alunos	Exemplo de resposta
Interesse prévio	Cinco	<i>“[...] no passado fiz um pequeno investimento em um binóculo, não conhecia o funcionamento e as vantagens de se usar um telescópio e aprendi muita coisa aqui e estou pensando seriamente em fazer um investimento maior em um telescópio [...]”. A3.</i>
Interesse posterior	Três	<i>“pra mim, eu gostava, mas naquele ponto, eu gosto, mas não sei muito então ficava naquele conhecimento bem básico. Foi legal porque, meu interesse era bom, mas eu não sabia os meios de buscar para saber mais, e aí despertou o interesse e abriu um pouquinho as portas para ver onde eu quero direcionar e buscar mais informações”. A6.</i>

Tabela 2 - Categorias, número de alunos e exemplos de respostas para o interesse em Astronomia antes da formação inicial.

Fonte: Os autores.

Com o intuito de compreender se os participantes haviam tido contato na educação básica com a Astronomia, para que assim fosse possível relacionar ao interesse prévio ou posterior, foi perguntado se anteriormente a formação inicial docente haviam estudado a temática. Assim, com exceção de A1 e A5, que tiveram contato na unidade curricular de Geografia na 5^a série e no ensino médio, a partir de uma apostila sobre as Leis de Kepler disponibilizada pelo professor de Física, respectivamente, os demais não recordaram sobre tal fato. Os participantes que tiveram contato na educação básica com a Astronomia figuraram na categoria “Interesse prévio”, demonstrando,

além de outras causas, a importância do debate desta na educação básica.

A partir deste questionamento, ficou claro a pouca existência de Astronomia na educação básica entre os participantes. Infelizmente isto não é incomum, pois geralmente no referido nível de ensino, este tema costuma ser trabalhado nas unidades curriculares de Ciências e Geografia, raramente nas duas, pois, apesar da presença nos respectivos livros didáticos, há um acordo para que apenas uma destas a aborde. Cabe ressaltar ainda que o enfoque costuma ser muito superficial e descontextualizado, remetendo-se as fases da Lua, as estações do ano, o dia e a noite, os movimentos da Terra e Sistema Solar (observação pessoal do autor).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) de Ciências Naturais do ensino fundamental (BRASIL, 1998) recomendam que a Astronomia seja trabalhada nos terceiro e quarto ciclos, na área de Ciências Naturais, mais precisamente no eixo temático “Terra e Universo”. Para o ensino desta temática é recomendado como ponto de partida à observação direta do céu, utilizando este fato como organizador prévio. Dentre os tópicos de Astronomia recomendado para ser trabalho junto ao ensino fundamental estão a

[...] orientação espaço-temporal do aluno, a conscientização dos ritmos de vida, e propõem a elaboração de uma concepção do Universo, com especial enfoque no Sistema Terra-Sol-Lua. Os alunos podem desenvolver um inventário de astros e fenômenos observados no Universo e construir as referências para sua orientação, assim como o ser humano foi fazendo em suas andanças pela superfície terrestre. Paralelamente, os alunos podem ir consultando outras fontes de informação, com a orientação do professor, para gradativamente ganhar visões mais amplas do Universo, tendo o planeta como participante, conforme o que está proposto na primeira parte deste documento, construindo e reconstruindo modelos de céu e Terra (BRASIL, 1998, p.62).

A inclusão de Astronomia na educação básica propicia aos alunos a construção de uma base teórica, a partir da relação dos fenômenos estudados com o cotidiano. Corroborando este fato, na contramão do que efetivamente ocorre no cotidiano escolar, diversos autores (e.g. DIAS e SANTA RITA, 2008; GAMA e HENRIQUE, 2010; LANGHI e NARDI, 2012) consideram fundamental a inserção da Astronomia na educação básica. Isto se justifica pelo fato de os fenômenos celestes despertarem interesses em crianças, jovens e adultos, além de contribuir para a compreensão do mundo natural. Além disto, constituem-se elementos indispensáveis na construção do pensamento crítico e reflexivos a partir da alfabetização científica em direção ao exercício da cidadania de forma consciente.

Quanto ao interesse dos participantes em ensinar Astronomia antes da formação inicial às respostas compuseram três categorias “Possuía interesse” (dois), “Aumentou o interesse” (dois) e “Adquiriu o interesse” (quatro) (Tabela 3).

Categoria	Nº de alunos	Exemplo de resposta
Possuía o interesse	A2 e A3	<i>“Como já tenho bolsa na área e por fazer parte do CA², já acreditava que era viável o ensino da Astronomia, pois, com materiais de baixo custo, como garrafa PET, é possível construir telescópios, por exemplo. Assim, o interesse já existia, além da percepção da viabilidade bastante clara, antes do desenvolvimento das atividades”. (A2).</i>
Aumentou o interesse	A4 e A6	<i>“[...] sempre gostei de Astronomia, mas nunca me aprofundi no tema. Porém, depois de participar das atividades me sentiu incentivado e com ânimo em buscar outros meios de conhecer melhor a área”. (A6).</i>
Adquiriu o interesse	A1, A5, A7 e A8	<i>“A gente tem aquele interesse assim: ah é legal, nossa, aquela estrela, como será o nome dela, onde será que ela está. E tipo, a gente ficava e depois, a vou lavar a louça. Agora não, a gente fala, caramba, dá pra buscar, o negócio deve estar a muitos bilhões de anos daqui. Eu acho que é isto, despertou o interesse da gente e agora sim, a gente fala opa, não é só ficar olhando ali pra cima, tem coisas a mais”. (A5).</i>

Tabela 3 - Categorias, alunos e exemplos de respostas para importância da Astronomia e do ensino desta antes da formação inicial.

Fonte: Os autores.

Foi evidenciado que a participação na formação inicial contribuiu para despertar o interesse dos alunos pelo estudo e o ensino de Astronomia na futura prática docente. Além disto, as atividades desenvolvidas serviram como incentivo para a procura por novos conhecimentos sobre o tema.

Estes dados reforçam a importância da Astronomia na formação inicial do professor de Ciências, como destacado por alguns autores (OSTERMANN e MOREIRA, 1999; LANGHI e NARDI, 2010; 2012). Esta formação deve estar embasada em resultados de pesquisas sobre ensino de Astronomia, para que assim, seja possível contemplar conteúdos fundamentais e possíveis metodologias que contribuam com a futura prática (LANGHI e NARDI, 2010).

A escolha de conteúdos de Astronomia a serem enfocados no ensino fundamental foi tratada por Langhi e Nardi (2010), sendo o conjunto de conteúdos fundamentais para ser trabalhado denominado de Astronomia Essencial. Assim, a formação inicial pode ser planejada a partir destes, de modo que propicie o enfoque na educação básica.

A partir da formação inicial docente em Astronomia há a possibilidade de formar profissionais com conhecimentos necessários para o ensino dos fenômenos astronômicos nas aulas de Ciências da Natureza. Porém, esta formação ainda é muito precária, levando o professor a trabalhar o tema baseado apenas no senso comum e em livros que apresentam, algumas vezes, erros conceituais graves, perpetuando conceitos errôneos. Para Langhi e Nardi (2005; 2007) e Leite e Hosoume (2007) isto ocorre pela deficiência na formação inicial docente, que se apresenta precária para o ensino de Astronomia.

Munidos de uma formação incipiente ou até mesmo inexistente, muitos professores só entram em contato com a Astronomia quando iniciam a carreira, tendo de confiar plenamente nos poucos, e muitas vezes falhos, tópicos contidos nos livros didáticos (LANGHI e NARDI, 2005). Assim, os cursos de licenciaturas que formam

professores para o ensino de Ciências da Natureza no ensino fundamental têm que cada vez mais propiciar a formação em Astronomia, de forma que permita ultrapassar o senso comum, formado pela convivência com os mais velhos, pela mídia ou por filmes, por exemplo.

Dentre as atividades realizadas durante o curso a que mais despertou o interesse foi a produção de material didático, uma vez que seis discentes a citaram como a que mais se identificaram (Tabela 4).

Participante	Resposta
A1	<i>“[...] é legal porque quando tu tá fazendo o jogo, tu tá aprendendo para depois ensinar, fazer com que o aluno saiba. Por exemplo, a gente fez o jogo, mas se tu colocar o teu aluno a criar o material didático, com o intuito de ensinar, porque eles vão pesquisar sobre várias coisas, isto é bom e estimula a criatividade”.</i>
A2	<i>“[...] gostei muito da produção de material didático [...] conforme eu fui fazendo ele, eu vi que pode ser muito legal ensinar Astronomia”.</i>
A3	<i>“[...] desenvolvi mais o conhecimento por ter que pesquisar muito e confirmar detalhes imprescindíveis para a produção do material didático”.</i>
A5	<i>“[...] quando eu fui fazer o material didático eu achei que existem muitas possibilidades diferentes, não só o material didático que a gente fez, mas tipo de ensinar Astronomia de uma forma divertida. Não é tornar divertido, mas tornar interessante, atrativo”.</i>
A6	<i>“[...] antes destas aulas nunca havia pensado sobre as formas de ensinar Astronomia, [...] a produção do material didático fez com percebesse que há meios variados de falar sobre os astros [...]”.</i>
A7	<i>“[...] quando estava pensando no que iria fazer como material didático cada vez mais surgiam ideias novas.”</i>

Tabela 4 - Colocações dos discentes sobre a produção de materiais didáticos.

Fonte: Os autores.

Com relação à produção de material didático, o participante A5 argumentou que além de o professor produzir este recurso, os alunos podem ser estimulados a confeccionar o próprio material didático. Nesta situação, o professor deverá atuar como mediador e o proponente da proposta. Em contraponto, o discente A3 se mostrou contrário à ideia, para ele a carga horária reservada para a unidade curricular de Ciências ou de Física é muito pequena e dificultaria o trabalho, sendo mais simples levar o material pronto. Porém, alguns alunos criticaram este ponto de vista, ressaltando que

“qualquer coisa que tu fores fazer, vai ter a questão da carga horária. Talvez não produzir, mas mesmo que tu dê o jogo, tu vai ter que organizar toda a turma, vai ter que explicar todas as instruções. Tudo isso sempre vai levar tempo, tudo que tu for fazer vai levar tempo. Por isto o tempo não justifica a ideia de os alunos produzirem o material didáticos” (A2).

“Como eu tive que pesquisar para produzir o material didático, esta produção seria bastante proveitosa para os alunos. Por isto acho que o fato de os alunos produzirem seu próprio material seria mais interessante, por aprenderem mais do que quando é utilizado um pronto” (A6).

Foram produzidos sete materiais didáticos do tipo: monopólio, cruzadinha, baralho, jogo da memória, maquete e jogo tipo trilha (Tabela 5). O participante A4, por motivos particulares, não produziu o material didático.

Aluno	Material didático	Características
A1	Jogo <i>Monopoly</i>	Neste jogo as propriedades foram planetas e luas, e as cartas de <i>sorte ou revés</i> traziam informações ou curiosidades sobre Astronomia em geral.
A2	Cruzadinhas	Envolveu tópicos básicos de Astronomia em geral.
A3	Quebra-cabeça	A partir de imagens astronômicas, trazendo informações sobre a imagem no canto do quebra-cabeça, que apenas poderiam ser lidas após a montagem.
A5	Baralho tipo <i>pif paf</i>	No lugar de números as cartas foram subdivididas entre tipos de astros, como: estrelas, planetas, cometas, nebulosas, luas, planetas anões, entre outros.
A6	Jogo da memória	Este jogo envolveu tópicos semelhantes ao do baralho tipo <i>pif paf</i> .
A7	Maquete com o Sol a Terra e a Lua	Possível simular os diversos movimentos da Terra e da Lua, além dos eclipses e das estações do ano.
A8	Jogo de tabuleiro tipo trilha	No jogo para avançar as casas os participantes necessitariam responder perguntas relacionadas à Astronomia em geral.

Tabela 5 - Materiais didáticos produzidos pelos participantes no curso de formação inicial em Astronomia.

Fonte: Os autores.

Os materiais didáticos produzidos foram de boa qualidade, bastante criativos e diversificados, além de terem englobado diversos conceitos de Astronomia (Figura 1).

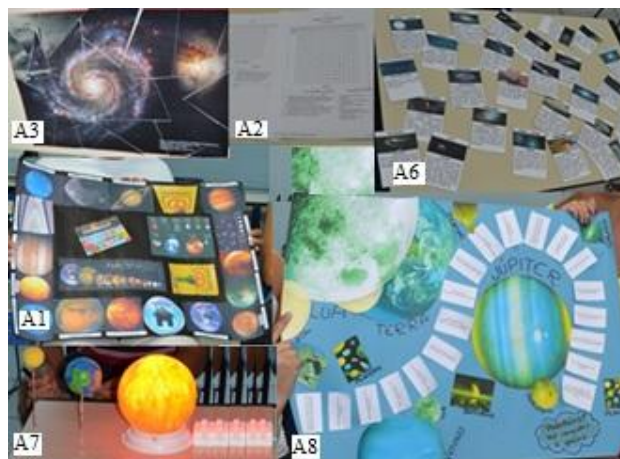


Figura 1 - Materiais didáticos produzidos pelos participantes da formação inicial.

Fonte: Os autores.

A identificação dos participantes com a produção de material didático ficou clara com os resultados a partir das vozes externalizadas e do material produzido. A partir disto foi possível verificar que esta atividade contribuiu positivamente para o interesse pela Astronomia. Acredita-se que esta atividade tenha fomentado nos futuros docentes o entendimento da importância da confecção e utilização de recursos didáticos variados, e da inserção do lúdico no ensino-aprendizagem de Astronomia, de forma a tornar a explanação significativa e atraente.

O lúdico é apontado por alguns autores (e.g. BERNARDES e SANTOS, 2008; LONGHINI, 2009; DARROZ; HEINECK; PÉREZ, 2011; LEÃO, 2013; DAMASIO et al., 2013) como importante contribuinte para o ensino de Astronomia. A partir de atividades deste cunho é possível despertar maior interesse, e a participação ativa e motivada dos alunos, permitindo ao professor explicar o conteúdo de forma mais próxima ao cotidiano. Por isto, esta faceta é importante de ser discutida e exemplificada na formação inicial, como realizado nesta atividade.

A produção dos materiais didáticos envolveu momentos marcantes que contribuíram para a formação docente de forma contundente. Estes momentos foram constituídos pela mobilização do conhecimento, pela construção do conhecimento e pela elaboração e síntese do conhecimento, conforme já destacado por Nascimento Júnior e Souza (2009). Esta atividade possibilitou ainda, momentos de discussões críticas e reflexivas sobre o potencial dos materiais didáticos produzidos para o ensino de Astronomia.

Com a vivência dos três momentos elencados acima foi oportunizado aos participantes pensar sobre o uso de materiais produzidos na futura prática docente. Além disto, contribuiu para a formação de um profissional autônomo capaz de ressignificar os recursos didáticos, conforme o cotidiano e a realidade escolar nas quais estão inseridos.

O participante A8 citou como a atividade mais interessante a visita ao planetário, pois despertou ainda mais o interesse pelos temas astronômicos. A visita ao planetário, além de ter servido para discutir sobre a abordagem de Astronomia em espaços não formais de ensino, foi realizada para propiciar a reconciliação integradora dos conceitos trabalhados previamente nas aulas teóricas. Além disto, possibilitou o contato com novos conceitos e por consequência a busca pela diferenciação progressiva.

Como nenhum aluno citou a atividade de produção de contos de ficção científica para o ensino de Astronomia, esta atividade foi lembrada e solicitado que argumentassem sobre. Os participantes alegaram que perceberam esta atividade como um pouco mais exigente em termos de produção, pois houve a necessidade de pesquisar muito e articular as ideias de forma que fosse possível realizar a produção textual envolvendo elementos de Astronomia. Nesta direção, o A4 salientou que

[...] quando estava escrevendo o conto, que narrava uma viagem pelo Sistema Solar, foi necessário calcular o tempo da viagem até determinado local. Assim, tive que fazer algumas contas para calcular a velocidade que teria que andar para levar o tempo que já havia colocado no conto [...].

O participante A7 ponderou que a utilização dos contos de ficção científica nas aulas depende do nível de ensino ao qual se destina. Assim, caso seja para o ensino médio pode haver a produção de contos, já para o 6º ano do ensino fundamental, por exemplo, seria interessante levar pronto. Para justificar este fato ele argumentou que

“[...] o conto exige um pouco mais de criticidade e de conhecimento do que o material didático, se o foco é o sexto ano, por exemplo, o conto já não seria tão legal, pelo fato de que tu tens que entender e saber algumas coisas, além de saber que algumas coisas ali não são reais. Que existe um universo, não que tu vai a outra galáxia, entendeu? Tu pode colocar isto no conto, mas a pessoa vai ter que ter

esta noção de que não tem como, então eu acho que exige uma criticidade maior”. (A7).

Em contraponto a afirmação descrita acima, A2 salientou que esta atividade pode ser desenvolvida também com o ensino fundamental, desde que considere a idade da turma. Assim, a produção vai ser realizada a partir do nível de desenvolvimento cognitivo dos alunos. Ainda colocou que talvez não seja trabalhado em forma de conto, mas na forma de história em quadrinho, por exemplo, pois os objetivos alcançados estariam na mesma direção.

Apesar da pouca identificação com atividade de produção de contos de ficção científica, os participantes produziram sete contos, sendo que um dos participantes não cumpriu o solicitado. As produções textuais relataram diversas situações envolvendo Astronomia, como: viagem interplanetária por todos os planetas do Sistema Solar; procura de vida extraterrestre em outros planetas, citando também conceitos de ondulatória; vida em um planeta fictício e; encontro intergaláctico entre vida inteligente do universo. Todos os contos trouxeram na concepção conceitos de Astronomia, conforme o solicitado.

A literatura de ficção científica se caracteriza como recurso didático potencialmente importante para o ensino de Ciências da Natureza. Dentre os benefícios oportunizados, está o estímulo ao debate de forma que a rotina tradicional das aulas seja superada (SOUZA; GOMES; PIASSI, 2012). Além disto, permitiu a articulação de diferentes áreas do conhecimento, como Literatura, Língua Portuguesa e Ciências, possibilitando um trabalho interdisciplinar, de forma que facilite a compreensão do tema tratado e a conexão entre o real da Ciência e o imaginário da ficção.

A produção literária envolvendo o gênero ficção científica transformou-se em uma fonte de informação em tempo real e imaginário. No tempo real é apresentado ao público o que na Ciência se discute atualmente e quais os direcionamentos apresentados pelas novas pesquisas; e em tempo imaginário, a ficção científica transforma o caminhar das pesquisas científicas em “futuro possível”, oferecendo a possibilidade de se fazer Ciência, antecedendo os resultados a serem alcançados. Ao trabalhar entre estes dois mundos, a ficção científica favorece o acesso a diferentes produções da Ciência, oportunizando, com base em uma obra artística, o contato com as transformações que o [...] [ser humano] da Ciência vem imprimindo ao mundo (GOMES-MALUF e SOUZA, 2008, p. 280).

A relação entre o real e o imaginário, possibilitada pela ficção científica, permite que o conhecimento seja construído considerando assuntos atrelados ao cotidiano dos alunos e da sociedade. Isto é possível, pois conforme Souza, Gomes e Piassi (2012) a ficção científica contempla temas contemporâneos relacionados às Ciências da Natureza com os quais os alunos entram em contato ao lerem, possibilitando que temas outrora difíceis se tornam acessíveis com imaginação despertada.

4.2 Acerca das aulas teóricas sobre Astronomia

Com relação à sequência utilizada durante o curso, todos afirmaram esta que contribuiu para o bom entendimento dos tópicos apresentados. No entanto, sete participantes salientaram que isto ficou claro desde o início, quando foi iniciado pela História da Astronomia, chegando até a atualidade. Os demais afirmaram que a princípio não perceberam a ligação entre os conteúdos apresentados, mas que com o desenvolvimento das aulas isto ficou claro.

A formação inicial docente foi implementada a partir da História da Astronomia, ou seja, do caminho percorrido ao longo dos anos que contribuiu para o arcabouço de conhecimento. Assim, no início os temas que envolveram a contribuição de filósofos e cientistas foram tratados de forma ao inserir a História e a Filosofia das Ciências na exposição, demonstrando que a Ciência não é algo linear e a forma que o conhecimento científico foi construído.

A inserção da História e Filosofia da Ciência é algo que facilita o entendimento das relações entre Ciência e Sociedade, sendo relevante no ensino de Ciências da Natureza. As características intrínsecas da História e Filosofia da Ciência *“permitem a compreensão da natureza da ciência e oportunizam uma aprendizagem mais significativa”* (SANTOS e OLIOSI, 2013, p. 202). Com isto, na formação inicial docente esta auxilia no posicionamento crítico e político em relação à construção do conhecimento científico, abandonando assim, o caráter ingênuo e sem pretensões que muitos têm sobre a relação Sociedade e Ciência. Por conseguinte, ao exercer a futura docência pode contribuir para *“a formação de um pensamento mais reflexivo e crítico do cidadão na educação básica”* (SANTOS e OLIOSI, 2013, p. 202).

A visita ao planetário foi um contribuinte no processo de formação inicial em Astronomia, uma vez que sete alunos afirmaram o quão foi produtiva esta atividade, na qual, nas palavras de A3 *“[...] os conceitos que havia visto em sala e tinham ficados vagos, foram reforçados e significados, a partir do momento que conseguiram identificá-los durante a exposição”*. Porém, A7 destacou que apesar de ter achado o ambiente muito bonito e ter ficado encantado

“[...] algumas informações não ficaram claras. [...] mas mesmo tendo alguns momentos em que não compreendi o que estava sendo abordado, tiveram informações e ilustrações valiosas, como quando falaram do Kepler e sobre os epiciclos de Copérnico, que ajudou a entender melhor os conceitos vistos em aula. [...] talvez este fato pudesse ser amenizado caso eu tivessem anotado as dúvidas que surgiram na apresentação, para que posteriormente fosse feita uma explicação dos conceitos não entendidos na visita durante a aula em sala [...].”

Os participantes A6, A5 e A8 ainda chamaram a atenção para algumas falhas percebidas na apresentação realizada no planetário e que só foi possível percebê-las a partir do explanado durante as aulas. Assim, ficou evidente que a visita ao planetário serviu para, além de aprender conceitos novos, consolidar o conhecimento visto anteriormente.

A importância constatada dos planetários na formação inicial docente corrobora Langhi e Nardi (2009). Para estes autores espaços como os museus, as

agências formativas para grupos sociais específicos, as organizações profissionais e as instituições não convencionais de educação que organizam eventos (cursos livres, feiras e encontros), além do próprio planetário, constituem importantes espaços não formais de ensino de Astronomia. Atribuem isto ao fato de apresentarem conceitos de forma intencional e sistematizada, que contribuem para a aprendizagem e para o trabalho do coletivo fora do ambiente escolar.

Mais especificamente, os planetários permitem a visualização de temas ligados aos astros de forma bastante realista, a partir da apresentação de fenômenos de forma repetida em um curto espaço de tempo. Além disto, este espaço não formal de ensino também é eficiente na reprodução do céu de qualquer lugar do planeta em qualquer época do ano, assim como movimentos celestes em poucos minutos. Estes benefícios listados de um planetário contribuem para o aprendizado de forma significativa, despertando assim, o interesse pela Astronomia, seja qual for o nível de ensino, básico ou superior.

A ligação entre as aulas teóricas e as atividades práticas realizadas durante a formação inicial foi percebida por todos participantes, uma vez que afirmaram que as práticas foram continuação do que foi visto nas aulas teóricas. O aluno A3 destacou que as aulas teóricas e as atividades práticas fizeram despertar a vontade de pesquisar em outras fontes, mais informações sobre Astronomia. Em complemento o A7 relatou que “[...] talvez não necessariamente o que a gente pesquisou é o que a gente viu na aula, mas sem a base da aula a gente não teria conseguido fazer as coisas [pesquisas] e compreender mais sobre as temáticas astronômicas”.

Foi evidenciada a ligação entre as aulas teóricas e as atividades práticas, visto que a visita ao planetário, a produção dos contos e dos materiais didáticos foram direcionadas e coordenadas para que temas que haviam sido abordados nas aulas teóricas fossem enfocados nestas situações. A boa avaliação da sequência didática pelos alunos pode ser creditada também a diversidade metodológica utilizada.

As ideias do pluralismo metodológico de Laburu, Arruda e Nardi (2003) foram consideradas na concepção da proposta das atividades que compuseram a formação inicial, uma vez que além das escolhas dos conteúdos, a utilização de estratégias que propiciaram o ensino-aprendizagem também foram consideradas. A partir desta diversificação há o favorecimento de cursos como o aqui descrito, auxilia no processo de transposição didática e permite a formação de professores reflexivos da prática docente.

Langhi e Nardi (2012) salientam que a escolha das estratégias para a abordagem da Astronomia está intimamente ligada a atitude autônoma e a criticidade do professor, além da consideração da realidade discente. Para tanto, os autores sugerem que estas devem contemplar a interdisciplinaridade, a contextualização, o cotidiano, a observação dos astros, as concepções alternativas, a inclusão social, o enfoque de Ciência, Tecnologia e Sociedade, as questões de História e Filosofia das Ciências, entre outros.

Os critérios acima estiveram presentes nesta formação inicial, contribuindo para a boa aceitação desta. Assim, a diversificação das estratégias para a explanação dos conteúdos junto aos alunos se constituiu como potencial facilitador do processo ensino-aprendizagem. A partir disto, foi possível aguçar a curiosidade em saber mais sobre o conteúdo em questão, tornar as aulas dinâmicas e colocar o futuro docente em contato

com diversas atividades que poderão auxiliá-lo na futura prática docente em Astronomia.

4.3 Acerca da importância da formação inicial em Astronomia

Os participantes afirmaram de forma unânime que após a formação inicial houve mudanças nas concepções que possuíam anteriormente sobre a Astronomia, uma vez que novos conhecimentos foram agregados aos existentes ou contribuíram para a reflexão e a criticidade quanto ao senso comum que apresentavam.

As contribuições listadas pelos discentes foram muitas, como a percepção de existência de outros planetas, além dos existentes no Sistema Solar, à distância e os tamanhos variados dos planetas, que geralmente são apresentados fora de escalas e geram distorções, a forma como a construção do conhecimento sobre Astronomia ocorreu ao longo dos Séculos, ou seja, não sendo linear, sem propósitos e sem ingenuidade (Tabela 6).

Conforme a afirmação do participante A6, a formação inicial permitiu a percepção da importância da História e Filosofia da Ciência para a compreensão do conhecimento astronômico. Com isto, acredita-se que a discussão permitiu a superação da visão distorcida de Ciência, ou seja, a de que esta é rígida, infalível, apromblemática, ahistórica, acrítica, exclusivamente analítica, linear, individualista e socialmente neutra, conforme salientam Gil-Perez et al. (2001). Assim, a compreensão da maneira que o conhecimento científico em Astronomia foi construído e as intenções sociais por trás de cada “descoberta científica”, facilitará a contextualização no ensino básico.

Participante	Resposta
A1	<i>“[...] mesmo conhecendo o sistema solar, nunca havia estudado sobre a existência de outros planetas. Fiquei surpreso também quando descobri que as ‘três marias’, tão conhecidas e comentadas, fazem parte de uma constelação maior, classificadas como cinturão de Órion [...]”.</i>
A2	<i>“outra coisa que a gente aprende muito diferente, ou não tem noção, é da distância ou do tamanho de alguns planetas”.</i>
A6	<i>“[...] achei muito interessante aprender sobre como ocorrem às descobertas na Ciência, como as realizadas durante o desenvolvimento da Astronomia. [...] interessante saber que nem todos eles [cientistas] acertaram. Na maioria das vezes aprendemos que as descobertas da Ciência são feitas de uma hora pra outra, quase que por acaso, ocasionando uma inferioridade em quem aprende. Mas, para chegar a algo concreto, muitas vezes, é necessário anos de estudos [...]. A gente também pode um dia chegar a fazer esse tipo de coisa.”</i>
A7	<i>“Aprendi muitas coisas novas [...]. sempre tem coisas novas para aprender quando o assunto é o Universo, sendo assim, sempre existem coisas para estudar”.</i>

Tabela 6 - Percepções dos participantes sobre os conhecimentos compartilhados durante a formação inicial.

Fonte: Os autores.

Com relação à importância do tema Astronomia, assim como do ensino deste, as respostas foram divididas em três categorias: “Continuou importante” (dois), “Aumentou a importância” (dois) e “Tornou-se importante” (quatro) (Tabela 7), confirmando os dados de antes da formação discutidos na primeira dimensão.

Categoria	Nº de alunos	Exemplo de resposta
Continuou importante	A2 e A3	“[...] já considerava relevante o conhecimento que apresentava e a Astronomia em si, mas aumentou a relevância sobre o ensino após a participação nas atividades”. (A3)
Aumentou a importância	A4 e A6	“[...] meu interesse por Astronomia aumentou. [...] a minha curiosidade que não era saciada”. (A6)
Tornou-se importante	A1, A5, A7 e A8	“[...] se tornou relevante em todos os aspectos, não só para o ensino, mas também para o próprio conhecimento”. (A5). “[...] antes da participação nas aulas, o que conhecia de Astronomia era que o pessoal da NASA é quem estudava as estrelas. Pronto, era isto, acabou. E após aprendi muito a ponto de se tornar importante, tanto o conhecimento, quando o ensino”. (A7).

Tabela 7 - Categorias, alunos e exemplos de respostas para importância da Astronomia e do ensino desta depois da formação inicial.

Fonte: Os autores.

Além disto, seis participantes demonstraram o desejo de começar a explicar tópicos de Astronomia para as pessoas que conhecem, e até mesmo em conversas informais, para assim divulgarem a importância e a relevância desta área do conhecimento científico. Revelaram ainda, que na futura prática docente pretendem trabalhar o tema de forma a despertar nos alunos o interesse e a devida importância dos astros, como tiveram a oportunidade de vivenciar na formação inicial.

Todos os participantes afirmaram que pretendem explorar as visitas aos espaços não formais de ensino, a produção de materiais didáticos, as observações astronômicas e os contos de ficção científica para o ensino de Astronomia. Porém, quanto a este último fizeram algumas ressalvas.

O participante A3 salientou que pretende utilizar a produção textual nas aulas, porém não com a estrutura de um conto, mas sim como a produção de textos de divulgação científica ou algo do tipo. Já o A7 afirmou que ao trabalhar com a produção de contos pretende fazê-la juntamente com a professora da unidade curricular de Língua Portuguesa, para que assim, facilite a abordagem e promova o trabalho interdisciplinar.

A interdisciplinaridade se constitui ferramenta que pode contribuir para o ensino da Astronomia, uma vez que permite focar o tema de forma contextualizada a partir do conhecimento de várias unidades curriculares. Esta prática é uma das premissas para o ensino de Ciências da Natureza, ficando isto evidente nos PCN da área (BRASIL, 1998). No entanto, os referidos parâmetros chamam a atenção para o cuidado necessário para que a prática interdisciplinar não torne um aglomerado de unidades curriculares. Na verdade, para a contribuição profícua há a necessidade do inter-relacionamento das unidades curriculares participantes, por meio de projetos, atividades, pesquisas, entre outros.

No contexto da interdisciplinaridade a Astronomia propicia facilmente o trabalho em conjunto com outras unidades curriculares, uma vez que permeia conhecimentos de Geografia, História, Ciências, Biologia, Física, entre outras. A partir disto, é possível a superação do caráter disciplinar tradicionalmente utilizado nas escolas (FAZENDA, 2002), de forma a promover a formação global que colabore com construção da cidadania (PIERSON e NEVES, 2001). Além disto, permite integrar, articular, reunir e contextualizar (AUGUSTO et al., 2004) os conhecimentos astronômicos.

5 Considerações finais

O interesse pela Astronomia e pelo ensino desta entre os participantes aumentou após a formação inicial. Além disto, foi verificado que além de conteúdos conceituais foram alcançados juntos aos participantes os conteúdos procedimentais, a partir da produção de materiais didáticos e da visita aos espaços não formais de ensino, e os atitudinais, demonstrados em diversas etapas do processo. Esta constatação pode ser evidenciada na colocação do discente A2, que destacou que *“refleti e aprendi não só sobre a Astronomia, mas eu tive uma nova visão sobre material didático e sobre conto. E com certeza estas metodologias contribuíram para a minha formação como professor”*.

Entre os participantes foi possível verificar lacunas conceituais acerca da temática em questão, e que durante a realização das atividades foram compartilhados novos conhecimentos entre os envolvidos. Isto possibilitou que os futuros docentes se sintam à vontade em trabalhar os temas ligados aos astros, além de permitir a diminuição ou a superação de erros conceituais perpetuados na área.

Diversos foram os pontos que contribuíram com o fato acima elencado, como a diversidade de atividades realizadas, o desenvolvimento de materiais didáticos, a observação astronômica, a construção de contos de ficção científica, a visita ao planetário e os diferentes recursos didáticos nas aulas teóricas.

Cabe ainda ressaltar que nem todo o potencial deste tema ainda foi exaurido com esta investigação. Por isto, recomenda-se que futuras pesquisas sejam desenvolvidas visando à formação continuada de professores de ensino básico, como os de Ciências e de Física, para o ensino de Astronomia. Recomenda-se ainda, que sejam realizadas inserções nas escolas, por meio de projetos de extensão em Astronomia e implantação dos chamados clubes de Astronomia, por exemplo. Seria importante também, a confecção e a distribuição de materiais didáticos para as escolas e a formação contínua docente, para estimular o ensino desta área do conhecimento na educação básica.

Referências

AMARAL, P.; OLIVEIRA, C.E.Q.V. Astronomia nos livros didáticos de Ciências – uma análise do PNL D 2008. **Revista Latino-americana de Educação em Astronomia**, n. 12, p. 31-55, 2011.

AROCA, S. C.; SILVA, C. C. Ensino de astronomia em um espaço não formal: observação do Sol e de manchas solares. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 1402.1-1402.11, 2011.

AUGUSTO, T. G. S.; CALDEIRA, A. M. A.; CALUZI, J. J.; NARDI, R. Interdisciplinaridade: concepções de professores da área de Ciências da natureza em formação em serviço. **Ciência e Educação**, v. 10, n. 2, p. 277-289, 2004.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Porto: Plátano, 2003.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa, Portugal: Edições 70, 2009.

BERNARDES, A. O.; SANTOS, A. R. Astronomia, Arte e Mitologia no ensino fundamental em escola da rede estadual em Itaocara/RJ. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 6, p. 33-53, 2008.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais de ciências naturais**: ensino fundamental. Brasília: Ministério da Educação, 1998.

CAUSO, R. S. **Os melhores contos brasileiros de ficção científica**: fronteiras. São Paulo: Devir, 2009.

CERVO, A. L.; BERVIAN, P. A. SILVA, M. **Metodologia científica**. 6. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2007.

DAMASIO, F. O início da Revolução Científica: questões acerca de Copérnico e os epíctos, Kepler e as órbitas elípticas. **Revista Brasileira do Ensino de Física**, v. 33, n. 3, 2011.

DAMASIO, F.; ALLAIN, O. RODRIGUES, A. A. Clube de Astronomia de Araranguá: a formação de professores de Ciências como divulgador científico. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 14, p. 65-77, 2013.

DARROZ, L. M.; HEINECK, R.; PÉREZ, C. A. S. Conceitos básicos de astronomia: uma proposta metodológica. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 12, p. 57-69, 2011.

DIAS, C. A.; SANTA RITA, J. R. Inserção da Astronomia como disciplina curricular do ensino médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 6, p. 55-65, 2008.

FARIA, R. Z; VOELZKE, M. R. Análise das características da aprendizagem de astronomia no ensino médio nos municípios de Rio Grande da Serra, Ribeirão Pires e Mauá. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 4, p. 4402.1-4402.11, 2008.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade**: história, teoria e pesquisa. 10. ed. Campinas: Papirus, 2002.

GAMA, L. D.; HENRIQUE, A. B. Astronomia na sala de aula: por quê? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 7-15, 2010.

GATTI, B. A. **Grupo focal na pesquisa em Ciências sociais e Humanas**. Brasília: Liber Livro, 2005.

GIL-PÉREZ, D.; MONTORO, I. F.; ALÍS, J. C.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não distorcida do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GOMES-MALUF, M. C.; SOUZA, A. R. A ficção científica e o ensino de ciências: o imaginário como formador do real e do racional. **Ciência e Educação**, v. 14, n. 2, p. 271-282, 2008.

GONZAGA, E.P; VOELZKE, M.R. Análise das concepções astronômicas apresentadas por professores de algumas escolas estaduais. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.33, n.2, p.2311.1-2311.12, 2011.

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

LABURU, C. E.; ARRUDA, S. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LANGHI, R.; NARDI, L. 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.

LANGHI, R.; NARDI, L. Ensino de Astronomia: erros conceituais mais comuns presentes em livros didáticos de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LANGHI, R.; NARDI, R. **Educação em Astronomia: repensando a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2012.

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

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de Professores e seus saberes disciplinares em *Astronomia Essencial* nos anos iniciais do ensino fundamental. **Revista Ensaio**, v. 12, n. 2, p. 205-224, 2010.

LANGHI, R.; SCALVI, R.M.F. Aproximações entre as comunidades científicas, amadora escolar: estudando as potencialidades de observatórios astronômicos para a educação em Astronomia. **Revista instrumento de estudos e pesquisa em educação**, v. 15, n. 1, p. 25-38, 2013.

LEÃO, D. S. Astronomia no ensino médio: compreendendo detalhes do movimento aparente das estrelas com um miniplanetário. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 15, p. 27-63, 2013.

LEITE, C.; HOSOUME, Y. O professor de Ciências e sua forma de pensar a Astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, v. 4, p. 47-68, 2007.

LIMA, F. P.; ROCHA, J. F. V. Eclipses solares e lunares. **Física na escola**, v. 5, n. 1, 2004.

LONGHINI, M. D. O Universo representado em uma caixa: introdução ao estudo da Astronomia na formação inicial de professores de Física. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 7, p. 31-42, 2009.

MOREIRA, M.A. O que é afinal aprendizagem significativa? **Qurrriculum**, La Laguna, Espanha, 2012.

NASCIMENTO JR., A. F.; SOUZA, D. C. A confecção e a apresentação de material didático-pedagógico na formação de professores de biologia: o que diz a produção escrita? In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009. **Atas...** Florianópolis, 2009.

OLIVEIRA, K. S. F.; SARAIVA, M. F. O. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: Livraria da Física, São Paulo, 2004.

OSTERMANN, F.; MOREIRA, M. A. **A Física na formação de professores do ensino fundamental**. Porto Alegre: UFRGS, 1999.

PIERSON, A. H. C; NEVES, M. G. Interdisciplinaridade na formação de professores de ciências: conhecendo obstáculos. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 2, p. 120-131, 2001.

SANTOS, A. F.; OLIOSI, E.C. A importância do ensino de ciências da natureza integrado à história da ciência e à filosofia da ciência: uma abordagem contextual. **Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade**, v. 22, n. 39, p. 195-204, 2013.

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

SOUZA, R. M.; GOMES, E. F.; PIASSI, L. P. O robô de Júpiter: o ensino de ciências mediado pela ficção científica. **Ensino, saúde e ambiente**, v. 5, n. 2, p. 13-24, 2012.

ZABALZA, M. A. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Artmed: Porto Alegre, 2004.

Artigo recebido em 21/09/2016.

Aceito em 05/12/2016.



RESENHA

LONGHINI, M. D. (Org.) Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica. Campinas: Átomo, 2010.

*Rodolfo Langhi*¹

Após um longo período de escassez de publicações de livros sobre Educação em Astronomia, Marcos Daniel Longhini presenteia-nos com a primeira de sua série de obras importantes para a nossa área: o livro Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica.

Com a apresentação de Walmir Cardoso, o qual resgata com bastante propriedade as características históricas e culturais da Astronomia, este livro divide-se em duas partes: a primeira contendo práticas pedagógicas em Astronomia e a segunda tratando especificamente do ensino da Astronomia, ambas contendo quatro capítulos cada.

O primeiro capítulo, de Rodolfo Langhi, apresenta uma introdução à prática observacional quanto ao reconhecimento do céu noturno e conceitos básicos da esfera celeste, com o objetivo de auxiliar professores no seu ensino sobre constelações.

Paulo Sobreira mostra, no segundo capítulo, as concepções alternativas sobre estações do ano existentes em alunos, conforme reveladas pelas pesquisas e publicadas nos principais periódicos científicos. Além disso, o autor mostra como alguns livros didáticos de Geografia tem representado de forma errônea este fenômeno astronômico.

O capítulo 3, de Flávio Vieira e Roberto Silvestre, relata a experiência de um interessante projeto de uma rede astronômica de Uberlândia (MG), a AstroNet, numa eficiente parceria entre universidade (UFU) e iniciativa particular do segundo autor. Muitos alunos e professores envolveram-se neste projeto, trazendo ricas contribuições para seus participantes e para a divulgação científica na região.

Roberto Silvestre e Marcos Longhini produzem o quarto capítulo mostrando o início da trajetória do Observatório Astronômico de Uberlândia, o qual abriu suas portas ao público desde 1996, sendo localizado na residência do próprio Silvestre. De fato, o capítulo é um texto gerado pela interessante entrevista realizada com Silvestre por Longhini. Apesar das limitações impostas por situações externas, o Observatório trouxe uma grande contribuição para a comunidade através de suas campanhas, palestras e atendimentos.

¹ Docente do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e do Departamento de Física. Grupo de Pesquisa em Ensino de Ciências. Observatório Didático de Astronomia UNESP. E-mail: <rlanghi@fc.unesp.br>.

Longhini retorna com Iara Mora no quinto capítulo para revelar qual é o conhecimento de Astronomia de alguns professores provenientes de diferentes formações, por meio de um teste diagnóstico validado pela literatura acadêmica. Os resultados demonstram a urgente necessidade de preparação de estratégias de ensino de Astronomia na graduação, durante as licenciaturas e em programas de formação continuada de professores.

Os PCN justificam o ensino das tecnologias na escola, assim como o ensino da Astronomia, mas até que ponto os professores estariam preparados para trabalhar estes tópicos no ensino fundamental? É o que responde o sexto capítulo do livro, escrito por Débora Martins, Neiva Godoi e Yvonne Mascarenhas.

Cristina Leite e Yassuko Hosoume realizam uma análise de conteúdo registrado durante episódios ocorridos num curso de Astronomia para professores de Ciências para o ensino fundamental, onde se evidenciou suas dificuldades de coordenação de perspectiva. Com isso, as autoras demonstram, no capítulo sete, a importância da abordagem da espacialidade no processo de ensino e aprendizagem de Astronomia.

O último capítulo, de Juan Barrio, comprova como os planetários podem atuar como ambientes de ensino e aprendizagem, não simplesmente como locais de lazer ou passeios. Adicionalmente, o texto denuncia as lacunas existentes no âmbito da pesquisa na área de espaços de educação não formal em Astronomia, atualmente com pouco aproveitamento do potencial didático ali existente.

Finalizando o livro, encontra-se o posfácio de Sandra Gatti e Roberto Nardi, com algumas considerações sobre a evolução dos modelos de mundo e o conceito de atração gravitacional, descrevendo brevemente como a história construiu modelos para explicar o universo. O texto também indica uma abordagem reflexiva de ensino sobre os modelos explicativos historicamente elaborados, pois pode contribuir para a superação da concepção comum sobre o trabalho do cientista e da construção do conhecimento.

Em vista do acima comentado, podemos ter certeza de que as ricas contribuições e experiências apresentadas ao longo dos capítulos deste livro poderão aprimorar o trabalho docente e a prática pedagógica do professor. Portanto, é um livro que certamente deve ser lido pelos profissionais da educação!