



Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia

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

n. 21, 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 (UFSCar)

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. 21, (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

Este vigésimo primeiro número da Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA) vê a luz após o IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (IV SNEA), realizado no Planetário da Universidade Federal de Goiás (UFG) e no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, na cidade de Goiânia, GO, de 26 a 29 de julho passado.

Estiveram presentes cerca de 140 participantes, de diversas regiões do país, e foram apresentados 30 comunicações orais e 65 painéis. Também foram apresentadas duas palestras, duas mesas redondas e dois grupos de trabalho em encontro de pesquisa, além da palestra de abertura pela professora convidada Nicoletta Lanciano, da *Università di Roma*, Itália. Além disso, ocorreram cursos para pesquisadores de Educação em Astronomia e cursos para professores.

O Caderno de Resumos dos trabalhos apresentados pode ser obtido pelo endereço: <<http://www.sab-astro.org.br/sneaIV/Caderno-de-resumos>>. As Atas dos trabalhos completos e demais documentos estão em preparação.

Neste número contamos com três artigos:

“As coisas do céu”: etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático, de Caroline da Silva Garcia, Samuel Costa, Suzy Pascoali, Mateus Zanette Campos. O objetivo deste trabalho foi identificar o conhecimento etnoastronômico de uma comunidade indígena do norte do Rio Grande do Sul, como subsídio para a produção de um material paradidático a ser utilizado na escola local. A pesquisa foi realizada em três etapas: oficina pedagógica, levantamento do conhecimento de etnoastronomia e confecção do livreto paradidático. O processo vivenciado se constituiu em uma etapa inicial de um trabalho que deve ser estimulado, dando continuidade à elucidação da etnoastronomia dos índios da aldeia Guarani MBYÁ Nhu Porá.

O caso Plutão e a natureza da ciência, de Vanessa Nóbrega de Albuquerque e Cristina Leite. Este artigo tem o objetivo de auxiliar a percepção da ciência como empreendimento histórico, social, coletivo, não linear e não neutro. Assim, apresenta um levantamento histórico dos episódios que envolveram as várias definições de planeta desde as primeiras observações do céu até as resoluções da 26ª Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, quando houve a reclassificação de Plutão. De modo a contribuir para discussões sobre a natureza da ciência, mediadas por temas da astronomia, explicita-se quais características desse saber ficam evidentes ao serem estudados os episódios mencionados.

Evaluación de la transferencia de la formación permanente: análisis de una experiencia de talleres sobre astronomía (Avaliação da transferência da formação permanente: análise de uma experiência de oficinas de astronomia), de Elena Cano, Jaime Fabregat e Rosa M. Ros. Este trabalho apresenta o processo que foi conduzido para avaliar ações de formação de professores em um projeto europeu para aproximar a astronomia das crianças. Apresenta os resultados que se referem à satisfação, aprendizagens e barreiras encontradas. Também são apontadas diretrizes para a melhoria da transferência da formação científica na sala de aula.

Neste número também publicamos uma resenha de livro:

Educação em astronomia: repensando a formação de professores, de Rodolfo Langhi e Roberto Nardi. A resenha, escrita por Gustavo Iachel, apresenta o livro com suas duas partes. A primeira parte aborda a formação, saberes, autonomia e profissionalização de professores. A segunda parte aborda a educação em astronomia no Brasil e um panorama mundial, instituições, pesquisas, conteúdos, concepções alternativas, justificativas e metodologias para o ensino do tema.

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

This 21st issue of the RELEA is launched after the *IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (IV SNEA)*, held at the *Planetário da Universidade Federal de Goiás (UFG)* and the *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás*, city of Goiânia, GO, from 26th to 29th of July 2016.

Almost 140 participants from various regions of Brazil attended, and 30 oral communications and 65 posters were presented. Two conferences were presented, together with two round tables and two working groups on education research, besides the opening conference by Prof. Nicoletta Lanciano, from the *Università di Roma*, Italy. Short courses for researchers in Astronomy Education and courses for elementary/high-school professors offered.

The book of abstracts can be downloaded from the site: <http://www.sab-astro.org.br/sneaIV/Caderno-de-resumos>. The full Proceedings with complete works are in preparation.

In the present issue we feature three articles:

“As coisas do céu”: etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático ("The things of the sky": ethnoastronomy of an indigenous community as a source for the proposal of paradidactic material), by Caroline da Silva Garcia, Samuel Costa, Suzy Pascoali and Mateus Zanette Campos. The aim of this work was to identify the ethnoastronomical knowledge of an indigenous group located north of Rio Grande do Sul state, Brazil, as a tool for the production of a paradidactic text for the use of local schools. The research was conducted in three stages: a pedagogical workshop, a survey of the ethnoastronomical knowledge and the production of a paradidactic text. The experienced process became the initial stage of a long-term work that must be encouraged, continuing the study of the ethnoastronomy of the *guarani* native group belonging to the MBYÁ Nhu Porá village.

O caso Plutão e a natureza da ciência (The Pluto case and the nature of science), by Vanessa Nóbrega de Albuquerque and Cristina Leite. This article has the aim of helping see the sciences as historical, social, collective, non-linear and non-neutral enterprises. This, a historical survey of the episodes that involved the various definition of a “planet” from the very first observations of the sky to the resolutions of the 26th General Assembly of the International Astronomical Union, when Pluto was reclassified. In order to contribute to the discussions on the nature of science related to astronomical issues, it is pointed out which characteristics of this branch of knowledge became evident in those episodes.

Evaluación de la transferencia de la formación permanente: análisis de una experiencia de talleres sobre astronomía (Evaluation of the transfer of permanent formation: analysis of an experience of workshops on astronomy), by Elena Cano, Jaime Fabregat and Rosa M. Ros. This work presents and discusses the process followed to evaluate teacher formation actions undertaken by an European project devised to approximate children to astronomy. The results regarding satisfaction, learning and obstacles found are presented. General recommendations to improve the transfer of scientific formation in the classrooms are formulated.

In this issue we also publish a book review:

Educação em astronomia: repensando a formação de professores (Astronomy education: rethinking the training of teachers), by Rodolfo Langhi and Roberto Nardi. The review, written by Gustavo Iachel, presents the book in two parts. The first part deals with the formation, knowledge, autonomy and professionalization of teachers. The second part is devoted to astronomy education in Brazil and a world overview, institutions, research, contents, alternative conceptions, justifications and methodologies for this teaching.

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

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

Editors

Paulo S. Bretones

Luiz C. Jafelice

Jorge E. Horvath

Editorial

Este vigésimo primer número de la Revista Latinoamericana de Educación en Astronomía (RELEA) sale a la luz después del *IV Simpósio Nacional de Educação em Astronomia (IV SNEA)*, realizado en el *Planetário da Universidade Federal de Goiás (UFG)* y el *Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás*, en la ciudad de Goiânia, GO, del 26 al 29 de julio pasado.

Estuvieron presentes cerca de 140 participantes, de diversas regiones del país, y fueron presentadas 30 comunicaciones orales y 65 paneles. También fueron presentadas dos conferencias, dos mesas redondas y dos grupos de trabajo de investigación, además de la conferencia de apertura a cargo de la profesora invitada Nicoletta Lanciano, de la *Università di Roma*, Italia. Adicionalmente, fueron ofrecidos cursos para investigadores de Educación en Astronomía y cursos para profesores.

El Cuaderno de Resúmenes de los trabajos presentados puede ser bajado del *site*: <http://www.sab-astro.org.br/sneaIV/Caderno-de-resumos>. Las Actas con los trabajos completos y demás documentos están en preparación.

En este número contamos con tres artículos:

“As coisas do céu”: etnoastronomia de uma comunidade indígena como subsídio para a proposta de um material paradidático ("Las cosas del cielo": etnoastronomía de una comunidad indígena como auxilio para una propuesta de material paradidático), de Caroline da Silva Garcia, Samuel Costa, Suzy Pascoali y Mateus Zanette Campos. El objetivo de este trabajo consistió en identificar el conocimiento etnoastronómico de una comunidad indígena del norte del estado de Rio Grande do Sul, como herramienta para la producción de material paradidático a ser utilizado en la escuela local. La investigación fue realizada en tres etapas: taller pedagógico, *survey* del conocimiento de etnoastronomía y confección de un apunte paradidático. El proceso vivenciado se constituyó en una etapa inicial de un trabajo que debe ser estimulado, dando continuidad a la elucidación de la etnoastronomía de los indios de la aldea Guaraní MBYÁ Nhu Porá.

O caso Plutão e a natureza da ciência (El caso Plutón y la naturaleza de la ciencia), de Vanessa Nóbrega de Albuquerque y Cristina Leite. Este artículo tiene como objetivo ayudar para la percepción de la ciencia como una empresa histórica, social, colectiva, no lineal y no neutral. De esta forma se presenta un análisis histórico de los episodios que involucraron las varias definiciones de planeta desde las primeras observaciones del cielo hasta las resoluciones de la 26ª Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, cuando sucedió la reclasificación de Plutón. De forma a contribuir para las discusiones sobre la naturaleza de la ciencia que involucran temas de astronomía, se explicitan cuales características de esa rama del saber son evidentes al estudiar los episodios mencionados.

Evaluación de la transferencia de la formación permanente: análisis de una experiencia de talleres sobre astronomía, de Elena Cano, Jaime Fabregat y Rosa M. Ros. Este trabajo presenta el proceso que fue ejecutado para evaluar acciones de formación de profesores en un proyecto europeo para aproximar la astronomía a los niños. Se muestran los resultados que se refieren a la satisfacción, aprendizajes y barreras encontradas. También se apuntan recomendaciones para la mejoría de la transferencia de la formación científica en la clase.

En este número también publicamos una reseña de libro:

Educação em astronomia: repensando a formação de professores (Educación en astronomía: repensando la formación de maestros), de Rodolfo Langhi y Roberto Nardi. La reseña, escrita por Gustavo Iachel, presenta el libro en sus dos partes. La primera parte aborda la formación, saberes, autonomía y profesionalización de los maestros. La segunda parte aborda la educación en astronomía en Brasil y un panorama mundial, instituciones, investigación, contenidos, concepciones alternativas, justificativas y metodologías para la enseñanza del tema.

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

Agradecemos a los Sres. Walison Aparecido de Oliveira y Lucas da Silva dos Santos por la 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. “AS COISAS DO CÉU”: ETNOASTRONOMIA DE UMA COMUNIDADE INDÍGENA COMO SUBSÍDIO PARA A PROPOSTA DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO**
*Caroline da Silva Garcia / Samuel Costa /
Suzy Pascoali / Mateus Zanette Campos* _____ 7
- 2. O CASO PLUTÃO E A NATUREZA DA CIÊNCIA**
Vanessa Nóbrega de Albuquerque / Cristina Leite _____ 31
- 3. EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE LA FORMACIÓN PERMANENTE: ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE TALLERES SOBRE ASTRONOMÍA**
AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA FORMAÇÃO PERMANENTE: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA DE OFICINAS DE ASTRONOMIA
Elena Cano / Jaime Fabregat / Rosa M. Ros _____ 45
- 4. RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: REPENSANDO A FORMAÇÃO DE PROFESSORES**
Gustavo Iachel _____ 69

CONTENTS

- 1. “AS COISAS DO CÉU”: ETNOASTRONOMIA DE UMA COMUNIDADE INDÍGENA COMO SUBSÍDIO PARA A PROPOSTA DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO**
"THE THINGS OF THE SKY": ETHNOASTRONOMY OF AN INDIGENOUS COMMUNITY AS A SOURCE FOR THE PROPOSAL OF A PARADIDACTIC MATERIAL
*Caroline da Silva Garcia / Samuel Costa /
Suzy Pascoali / Mateus Zanette Campos* _____ 7
- 2. O CASO PLUTÃO E A NATUREZA DA CIÊNCIA**
THE PLUTO CASE AND THE NATURE OF SCIENCE
Vanessa Nóbrega de Albuquerque / Cristina Leite _____ 31
- 3. EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE LA FORMACIÓN PERMANENTE: ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE TALLERES SOBRE ASTRONOMÍA**
EVALUATION OF THE TRANSFER OF PERMANENT FORMATION: ANALYSIS OF AN EXPERIENCE OF WORKSHOPS ON ASTRONOMY
Elena Cano / Jaime Fabregat / Rosa M. Ros _____ 45
- 4. RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: REPENSANDO A FORMAÇÃO DE PROFESSORES**
REVIEW: ASTRONOMY EDUCATION: RETHINKING THE TRAINING OF TEACHERS
Gustavo Iachel _____ 69

SUMARIO

1. **“AS COISAS DO CÉU”: ETNOASTRONOMIA DE UMA COMUNIDADE INDÍGENA COMO SUBSÍDIO PARA A PROPOSTA DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO**
"LAS COSAS DEL CIELO": ETNOASTRONOMÍA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA COMO AUXILIO PARA UNA PROPUESTA DE MATERIAL PARADIDÁCTICO
*Caroline da Silva Garcia / Samuel Costa /
Suzy Pascoali / Mateus Zanette Campos* _____ 7

2. **O CASO PLUTÃO E A NATUREZA DA CIÊNCIA**
EL CASO PLUTÓN Y LA NATURALEZA DE LA CIENCIA
Vanessa Nóbrega de Albuquerque / Cristina Leite _____ 31

3. **EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE LA FORMACIÓN PERMANENTE: ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE TALLERES SOBRE ASTRONOMÍA**
Elena Cano / Jaime Fabregat / Rosa M. Ros _____ 45

4. **RESENHA: EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA: REPENSANDO A FORMAÇÃO DE PROFESSORES**
RESEÑA: EDUCACIÓN EN ASTRONOMÍA: REPENSANDO LA FORMACIÓN DE MAESTROS
Gustavo Iachel _____ 69

“AS COISAS DO CÉU”: ETNOASTRONOMIA DE UMA COMUNIDADE INDÍGENA COMO SUBSÍDIO PARA A PROPOSTA DE UM MATERIAL PARADIDÁTICO

*Caroline da Silva Garcia*¹

*Samuel Costa*²

*Suzy Pascoali*³

*Mateus Zanette Campos*⁴

Resumo: O objetivo desse trabalho foi identificar o conhecimento etnoastronômico de uma comunidade indígena do norte do Rio Grande do Sul, como subsídio para a produção de um material paradidático a ser utilizado na escola local. Foram utilizadas três etapas para a realização da pesquisa: oficina pedagógica, levantamento do conhecimento de etnoastronomia e confecção do livreto paradidático. A oficina pedagógica tornou público o conhecimento tradicional indígena sobre a criação do Sol e da Lua, o levantamento mostrou saberes tradicionais de astronomia consideráveis, em torno de temas como a criação do Sol e da Lua, as fases da Lua, as estações do ano e as estrelas, e o material paradidático produzido se configurou como o início de um processo de revivificação dos conhecimentos locais entre os membros da comunidade. O processo vivenciado se constituiu em uma etapa inicial de um trabalho que deve ser estimulado, dando continuidade à elucidação da etnoastronomia dos índios da aldeia Guarani MBYÁ *Nhu Porá*.

Palavras-chave: Astronomia indígena; Conhecimento tradicional; Recurso didático; Educação indígena.

"LAS COSAS DEL CIELO": ETNOASTRONOMÍA DE UNA COMUNIDAD INDÍGENA COMO AUXILIO PARA UNA PROPUESTA DE MATERIAL PARADIDÁTICO

Resumen: El objetivo de este trabajo fue el de identificar el conocimiento etnoastronómico de una comunidad indígena del norte de Rio Grande do Sul, como auxilio para la producción de material paradidático a ser utilizado en la escuela local. Fueron realizadas tres etapas para la realización de la investigación: un taller pedagógico, un survey del conocimiento de etnoastronomía y la confección de un folleto paradidático. El taller pedagógico hizo público el conocimiento tradicional de los indios sobre la creación del Sol y de la Luna; el survey mostró saberes tradicionales considerables de astronomía, en torno a temas como la creación del Sol y de la Luna las fases de la Luna, las estaciones del año y las estrellas, y el material paradidático producido se caracterizó como el inicio de un proceso de renacimiento de los conocimientos locales entre los miembros de la comunidad. El proceso experimentado se constituyó en una etapa inicial de un trabajo que debe ser estimulado, dando continuidad a la elucidación de la etnoastronomía de los indios de la aldea Guarani MBYÁ *Nhu Porá*.

Palabras clave: Astronomía indígena; Conocimiento tradicional; Recurso didático; Educación indígena.

¹ Aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Araranguá (SC). E-mail: <carol.inegarcia@hotmail.com>.

² Professor do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus Araranguá (SC). E-mail: <samuel.costa@ifsc.edu.br>.

³ Professora do Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), campus Araranguá (SC). E-mail: <suzy@ifsc.edu.br>.

⁴ Aluno do Mestrado Profissional em Ensino de Física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), campus Araranguá (SC). E-mail: <mateuszanettecampos@yahoo.com>.

"THE THINGS OF THE SKY": ETHNOASTRONOMY OF AN INDIGENOUS COMMUNITY AS A SOURCE FOR THE PROPOSAL OF A PARADIDACTIC MATERIAL

Abstract: The aim of this study was to identify the ethnoastronomy knowledge of a northern indigenous community of Rio Grande do Sul, as source for the production of a paradidactic material to be used at the local school. The research was performed in three steps: a pedagogical workshop, a survey of ethnoastronomy knowledge and the production of a paradidactic booklet. The pedagogical workshop made public the indigenous people's traditional knowledge concerning the creation of the Sun and the Moon. The survey showed considerable traditional knowledge on astronomy around some topics, such as the creation of the Sun and the Moon, the phases of the Moon, the seasons of the year and the stars, and the paradidactic material produced was established itself as the start of a revival process of local knowledge among the community members. This experience has been an early stage of a work that should be encouraged, in order to go further towards the elucidation of ethnoastronomy of the Indians from the Guarani MBYÁ village Nhu Porá.

Keywords: Indigenous Astronomy; Traditional knowledge; Teaching resource; Indigenous education.

1 Introdução

[...] tudo que existe no céu existe também na Terra, que nada mais é do que uma cópia imperfeita do céu (AFONSO, 2006a).

A passagem descrita acima evidencia a forma de muitos povos tradicionais perceberem os fenômenos celestes, assim como a estreita ligação entre a terra e o céu. Isso fez com que a relação do ser humano com o céu, que remonta desde os tempos mais remotos, gerasse uma gama de conhecimentos ligados “às coisas do céu”. Esses conhecimentos foram passados de geração para geração de forma oral, por meio de atividades cotidianas, dos mitos e das tradições (JALLES et al, 2013), sendo incorporadas à cultura de muitos povos tradicionais.

No Brasil, os indígenas foram os primeiros “astrônomos” (AFONSO, 2006a), principalmente pelo fato de o cotidiano desse povo ser bastante ligado aos fenômenos do céu, como o dia e a noite, as estações do ano, as fases da lua, os eclipses e as constelações. Os fenômenos do céu sempre foram utilizados pelos índios a favor da sobrevivência, como para a colheita, o plantio, a caça, a pesca, entre outros (AFONSO, 2010). Sendo assim, atualmente há quem se dedique ao estudo do conhecimento indígena que diferentes povos e culturas apresentam sobre “as coisas do céu”, o que recebe o nome de etnoastronomia, sendo o prefixo *etno* uma complementaridade ao sentido da astronomia.

A etnoastronomia investiga o conhecimento astronômico de povos tradicionais atuais, ou seja, “grupos étnicos ou culturais contemporâneos” (AFONSO, 2010), principalmente por meio de registros etnográficos e relatos de tradições orais. Caracteriza-se como uma atividade transdisciplinar por envolver, além dos conhecimentos astronômicos, os de antropologia, que no Brasil apresenta um grande potencial a ser explorado, pela amplitude e diversidade étnica do país (AFONSO, 2006a; 2006b). Assim, esta área do conhecimento compõe o que se chama de Astronomia Cultural (AC) dos indígenas, ou seja, destina-se a compreender como

culturas do passado ou do presente “se relacionam como aquilo que no nosso recorte, ocidental, chamamos de céu” (JAFELICE, 2013).

Os estudos etnoastronômicos geralmente não levam em consideração a astronomia ocidental, que oficialmente é tratada pela ciência brasileira, sendo por isso considerada uma astronomia antropológica (AFONSO, 2010) baseada nas diferentes culturas tradicionais. Jafelice (2012, p. 102) destaca que os “conhecimentos tradicionais [...], ainda existentes na tradição oral, têm [...] importância histórico cultural – em particular na caracterização da memória local e regional –, porém estão em franca extinção”. Com isso, o resgate se faz importante, uma vez que a elucidação do conhecimento empírico das comunidades indígenas do Brasil pode contribuir para o conhecimento formal, com o desenvolvimento sustentável (AFONSO, 2006b), assim como com a continuidade desse aporte histórico-cultural.

Apesar da importância e do potencial de estudos etnoastronômicos, poucos pesquisadores se ocupam efetivamente com pesquisas desse cunho em etnias indígenas do Brasil (*e.g.* AFONSO, 2006a; 2006b; 2009; 2010; 2012; 2014; CAMPOS, 2006; AFONSO et al., 2011; SILVA et al., 2014; LIMA et al., 2014), apesar da necessidade de seu entendimento, para que essas informações não se percam no tempo. Para o professor Germano Bruno Afonso, no Brasil há “pouca pesquisa na área da etnoastronomia, principalmente em relação ao número de etnias existentes. [Por isso, muito] conhecimento já foi perdido” (AFONSO *apud* DAVID, 2011).

A realização de trabalhos com enfoque nos conhecimentos indígenas sobre astronomia é uma forma de respeito e valorização cultural, pois permite o reconhecimento da individualidade de suas culturas e o entendimento das maneiras diversas e específicas que se relacionam com o mundo. Para David (2011) as relações que as diferentes etnias indígenas mantêm com o céu é apenas uma das possibilidades de pesquisa que essa área fornece, pois o potencial para esses estudos vai muito além.

O fato de a comunidade científica conhecer muito pouco o sistema astronômico indígena brasileiro, ou até mesmo desconhecer-lo, pode levar à perda dos conhecimentos etnoastronômicos desses povos. Diversos fatores contribuem com esse risco, como a dificuldade de “documentar, avaliar, validar, proteger e disseminar os conhecimentos dos índios brasileiros”, pelo rápido processo de globalização (AFONSO, 2010) e pela morte dos índios mais velhos, que detêm o referido conhecimento, que por sua vez, morre junto.

Com relação ao eminente desaparecimento do conhecimento tradicional sobre astronomia dos índios, Jafelice (2012) chama atenção afirmando que:

Os conhecimentos tradicionais sobre as “coisas do céu” e suas relações com as “coisas da terra” são significativos em si, são importantes enquanto aportes histórico-culturais e ainda estão presentes na tradição oral – embora de modo cada vez mais apagado. É um rico conhecimento ambiental e outra visão de mundo que estão em vias de desaparecerem (JAFELICE, 2012, p. 102).

A maior divulgação e a preocupação por parte dos estudiosos com a etnoastronomia poderia permitir a ampliação das informações acerca desse tema e contribuir com a realização e aumento de pesquisas na área. No entanto, Mariuzzo (2012) salienta que esse conhecimento por vezes é ignorado pelos estudiosos, pelo fato

de existirem dois significados, uma vez que está profundamente relacionado à religião, gerando uma diferença de significados entre o cotidiano e o religioso.

Além de permitir a continuidade dos conhecimentos etnoastronômicos das populações indígenas, os estudos podem facilitar a elaboração de uma concepção de astronomia mais humanizada, ou seja, que leve em consideração saberes e culturas de outros povos, que por sua vez, possui valor e veracidade iguais às cientificamente aceitas.

Outra forma de contribuir com a divulgação do conhecimento etnoastronômico é a sua abordagem no ensino realizado nas escolas indígenas, por exemplo, das “coisas do céu”, propiciando a continuidade dos saberes dos mais velhos.

No contexto escolar, a etnoastronomia apresenta um grande potencial como recurso didático-pedagógico, uma vez que pode propiciar ao aluno indígena e a toda equipe pedagógica uma continuidade de sua cultura, ou seja, em compreender e conhecer um conjunto de descrições e explicações a respeito da astronomia sob a ótica de seu povo.

Afonso (2006b) afirma que a abordagem da etnoastronomia nas escolas pode ser facilitada ao se envolver, por exemplo, conteúdos das áreas de Ciências e Geografia, oportunizando assim, o aperfeiçoamento do processo ensino-aprendizagem. O autor salienta ainda, que o valor pedagógico do ensino de etnoastronomia reside no fato de estar baseada em elementos que chama de sensoriais, e não basicamente em algo abstrato e geométrico, sem representatividade para os alunos.

A inserção de temas de etnoastronomia indígena também é algo importante para alunos não-indígenas, pois além de atender o que preconiza a Lei 11.645/2008, que inclui no currículo oficial da rede de ensino a obrigatoriedade da temática “História e Cultura Afro-Brasileira e Indígena”, permite o contato com outras culturas, possibilitando a ampliação da criticidade enquanto cidadão de um mundo globalizado. Além disso, o contato com saberes tradicionais etnoastronômicos, favorece uma visão nova da astronomia humanizada, onde é possível percebê-la como uma ciência em processo de construção a partir dos conhecimentos de diferentes povos. A partir do entendimento de como esses povos enxergam “as coisas do céu” é possível modificar a forma que os alunos enxergam a cultura na qual estão inseridos, propiciando um olhar crítico repleto de novos significados astronômicos (SILVA et al., 2014).

Tomando como premissa o potencial pedagógico da etnoastronomia, o objetivo dessa pesquisa foi o de identificar o conhecimento etnoastronômico de uma comunidade indígena do norte do Rio Grande do Sul, como subsídio para a proposta de um material paradidático que possa ser utilizado pelos alunos da escola da aldeia.

2 Os sujeitos da pesquisa e a metodologia utilizada

2.1 Local da pesquisa

A pesquisa foi realizada no primeiro semestre de 2015 em uma comunidade indígena de etnia Guarani MBYÁ, chamada de *Nhu Porá*, que significa Campo Bonito, localizada no município de Torres – RS, na faixa litorânea.

Os primeiros membros da comunidade chegaram a Torres (RS) no ano de 1995, oriunda da Estação Ecológica Taim (RS), à procura de melhores condições de vida, pois lá estavam passando dificuldades. Ao chegarem ao município do norte gaúcho tiveram que encontrar um local para que sete famílias, totalizando 14 pessoas adultas e 22 crianças pudessem acampar. Assim, estabeleceram-se à margem da BR-101, vivendo da venda de artesanatos e de doações que recebiam (XONDARO et al., 2011).

Após algum tempo, foi doado por volta de um hectare e meio de terra, onde estabeleceram a Comunidade Indígena *Nhu Porá* (Campo Bonito 1). Com a duplicação da BR-101 a comunidade indígena foi atingida, e como medida mitigadora foi cedida a área onde hoje é a atual aldeia, intitulada Comunidade Indígena *Nhu Porá* (Campo Bonito 2). Nessa área, atualmente vivem 77 indivíduos, sendo 17 homens adultos, 17 mulheres e 43 crianças, em 97 hectares de terra, onde estão construídas por volta de 15 residências, uma casa de reza (*Opy*) e uma escola.

A escola conta com uma infraestrutura simples, porém muito importante para a comunidade, pois nesse local são atendidos, por três professores, sendo uma professora análoga à comunidade, um professor indígena, e uma diretora, 33 alunos, entre cinco e nove anos.

Dentre as atividades cotidianas da comunidade, está a plantação para a subsistência, a criação de galinhas e gados, principalmente. Dentro da aldeia existem três açudes para a criação e pesca de peixes. No aldeamento não há mata nativa, por isso não utilizam de muitas plantas medicinais, de frutos e de bichos. Devido a esse contexto, atualmente, esses índios são muito dependentes do “homem branco”, fato esse que não era comum em outros tempos (cacique Mário, comunicação pessoal).

2.2 Coleta e análise de dados

A presente investigação apresenta um caráter qualitativo, com asserções predominantemente descritivas para a interpretação dos dados (MARCONI; LAKATOS, 2010). Para a obtenção das informações foram utilizados instrumentos etnográficos, para que assim fosse possível construir a realidade social da comunidade em questão (HAGUETTE, 2005). Durante toda a realização da atividade foi utilizado um diário de campo, onde foram anotados minuciosamente os acontecimentos ocorridos durante pesquisa, assim como as impressões decorrentes desses acontecimentos (NEVES, 2006). O diário de campo permitiu que as percepções sobre as relações do pesquisador com as pessoas e a situação de campo fossem registradas.

Os procedimentos de pesquisa foram realizados em três momentos distintos: oficina pedagógica sobre a criação do Sol e da Lua, levantamento do conhecimento de etnoastronomia da comunidade e produção e distribuição de um livro paradidático sobre os temas etnoastronômicos.

Inicialmente foi desenvolvida uma Oficina Pedagógica intitulada “Criação do Sol e da Lua”, com 15 alunos da escola indígena, o cacique e o professor indígena durante quatro encontros. Para isso, o cacique e o professor contaram a história da criação do mundo, conforme a cultura da comunidade Guarani MBYÁ *Nhu Porá*, para que as informações fossem anotadas no diário de campo. Em seguida, a história foi contada novamente pelo professor e cacique para os alunos que, por sua vez,

confeccionaram desenhos ilustrando a criação dos dois astros. Após, os desenhos foram expostos na escola como forma de divulgar a cultura Guarani MBYÁ.

O principal objetivo da oficina foi compartilhar com os alunos, de forma interativa e lúdica, os conhecimentos etnoastronômicos da cultura indígena, possibilitando o conhecimento sobre as “questões do céu” compartilhado pela cultura indígena. Para tanto, foram utilizadas folhas brancas, lápis de cor, lápis preto e giz de cera.

Na segunda parte da pesquisa foi realizado um levantamento sobre os conhecimentos etnoastronômicos da comunidade. Assim, inicialmente foram realizadas visitas semanais ao aldeamento, a princípio informais, entre os meses de Fevereiro e Maio de 2015, objetivando uma aproximação com os moradores antes da efetiva coleta de dados.

Os informantes foram indicados pelo cacique e pelo professor, sendo esses os membros da comunidade que melhor detinham os conhecimentos sobre fenômenos astronômicos dentro da cultura da tribo e com idade mais avançada. Os indivíduos indicados foram denominados de **conhecedores tradicionais**, conforme recomendações de Jafelice (2012). Assim, os informantes foram pessoas locais que possuíam um conhecimento notório sobre etnoastronomia, mais idosas e “[...] que são reconhecidas na comunidade como tendo autoridade epistemológica e vivencial naqueles conhecimentos e que ainda os utilizam em seu dia-a-dia” (JAFELICE, 2012, p. 103).

Os dados foram levantados com cinco (5) conhecedores tradicionais, sendo um pertencente a cada residência (Tabela 1).

Gênero	Feminino	0
	Masculino	5
Faixa Etária	30-35	1
	35-45	0
	45-55	1
	55-65	0
	65-75	1
	75-85	2
	Origem	Local
Externa		3
Estado Civil	Solteiro	2
	Casado	3
Número de Filhos	Um	2
	Dois	0
	Três	0
	Quatro	2
	Cinco	0
Tipo de Residência	Seis	1
	Própria	5
Tempo de residência na comunidade	Desde que nasceu	2
	< 10 anos	1
	> 10 anos	2

Tabela 1 - Perfil socioeconômico dos conhecedores tradicionais da comunidade indígena de etnia Guarani MBYÁ *Nhu Porá*, localizada no município de Torres – RS.

No primeiro contato com o conhecedor foi apresentada a finalidade, os objetivos e as intenções da pesquisa, para que o colaborador participasse voluntariamente. Após a disponibilidade em participar o morador assinou o Termo de Consentimento, que se constitui de uma autorização informal, onde foi assegurada a participação livre e espontânea, a liberdade em desistir de participar a qualquer momento e a não utilização dos dados para fins monetários. Caso o participante não fosse alfabetizado, sob a anuência desse, o cacique assinou o referido documento.

A coleta de dados etnoastronômicos foi realizada por meio do método de entrevista semiestruturada com questões abertas, onde foi seguido um roteiro previamente estabelecido adaptado frente às diferentes situações (MARCONI; LAKATOS, 2010). Além das entrevistas, foram também utilizados diálogos informais para o levantamento das informações (AFONSO, 2010).

A entrevista semiestruturada foi composta de 21 questões sobre conhecimentos astronômicos, como: criação do Sol e da Lua, o movimento visível da Lua, estrelas, constelações, movimentos estelares, plantação, colheita, caça, contagem de horas e dias, eclipse e o fim do mundo (Quadro 1). O instrumento compreendeu um grupo de questões divididas em sete temas, em que os entrevistados expressaram os conhecimentos de forma oral. Foi utilizado um gravador para ampliar o registro e a captação de elemento de comunicação de extrema importância, pausas de reflexão, dúvidas ou entonação da voz, aprimorando a compreensão da narrativa (HAGUETTE, 2005).

Primeiro tema: criação do mundo.

1. Para você como o mundo foi criado?
2. Você sabe como aconteceu a criação do Sol?
3. Como a Lua foi criada?
4. E as estrelas como foram criadas?

Segundo tema: fases da lua.

5. Quando observamos a Lua diariamente, percebemos que ela não tem a mesma forma sempre. Esse acontecimento tem algum significado para a comunidade?
6. Isso influencia em alguma atividade diária?
7. Há alguma atividade específica em determinada fase da Lua?

Terceiro tema: plantação, colheita e estações do ano e os astros.

8. Quais épocas do ano são realizadas as plantações e colheitas? Por quê? Quais são as melhores épocas do ano para isso?
9. A Lua influencia no plantio?
10. Podemos relacionar as estações do ano com o plantio e colheita?
11. Como vocês identificam o surgimento das estações do ano?

Quarto tema: estrelas.

12. Vocês costumam observar as estrelas?
13. Por que as estrelas estão presentes em algumas épocas do ano e em outras não?
14. Vocês costumam nomear as estrelas? E constelações?
15. Alguma estrela possui significado?
16. O que é o caminho das estrelas que existe no céu?

Quinto tema: calendário e relógio.

17. Como era realizada a contagem das horas? Dias, meses, anos...

18. Como os antepassados contavam as horas e os dias/“meses” (calendário)?

Sexto tema: eclipse.

19. O que vocês sabem sobre o fato de a Lua encobrir o Sol ou o Sol encobrir a Lua? Ou como vocês percebem os eclipses ou o que é Eclipse para vocês?

Sétimo tema: geral.

20. Existe alguma data para o fim do mundo? Ele vai ocorrer?

21. Existe alguma época do ano em que ocorre um número maior de chuvas?

Quadro 1 – Roteiro da entrevista-semiestrutura realizada junto aos conhecedores tradicionais da comunidade indígena de etnia Guarani MBYÁ *Nhu Porá*, localizada no município de Torres – RS.

A coleta de dados foi realizada individualmente com cada informante, para que não ocorresse influência nas respostas, procurando respeitar a disponibilidade da família, a fim de não interferir na rotina. Porém, o professor participou de todas as entrevistas para que realizasse a tradução da língua Guarani MBYÁ para o Português. Por meio das questões, além das informações sobre etnoastronomia, foram obtidas informações socioeconômicas básicas, para que fosse possível traçar o perfil do participante.

A última etapa da pesquisa consistiu na produção de um livreto paradidático que abordou a criação do Sol e da Lua, assim como características desses astros, para ser distribuído e utilizado na escola da aldeia pelos alunos indígenas. Com isso, foi objetivado divulgar e preservar a cultura indígena.

O trabalho de elaboração do material paradidático seguiu as seguintes etapas: visitação à aldeia para contatos iniciais, seleção dos membros que participariam do levantamento dos dados etnoastronômicos, realização das entrevistas semiestruturadas, representação da história da criação do Sol e da Lua para os alunos elaborarem os desenhos, confecção do livreto, validação do material pela comunidade indígena e divulgação da versão final junto à comunidade.

O material foi produzido a partir da história contada pelo cacique e pelo professor indígena, e das informações dos conhecedores tradicionais da aldeia. Após essa etapa, a história foi contada pelo professor e cacique aos alunos, que elaboraram desenhos que a retrataram. A elaboração dos textos foi realizada pelos pesquisadores e a validação daqueles, pelos membros da aldeia, de forma que o produto final foi a resultante do somatório das ideias de todos os participantes.

3 Dados obtidos e análise dos resultados

O fato de muito dos conhecimentos tradicionais das comunidades indígenas estar se perdendo com a morte dos mais velhos, pelo desinteresse dos mais jovens e pela imposição da cultura ocidental, faz com que muitas comunidades comecem a se preocupar com o registro escrito de seus saberes, em geral, inclusive aqueles que

chamamos de astronômicos. A partir disso, há uma necessidade de introduzir nas escolas indígenas, e até mesmo nas não-indígenas, os conhecimentos tradicionais que vêm sendo transferidos de geração para geração pela tradição oral.

Visando contribuir com o registro desses conhecimentos e sua introdução nas escolas, nas sessões seguintes desse artigo serão apresentados relatos de ações que buscaram conhecer a etnoastronomia da aldeia *Nhu Porá*, assim como a exposição de medidas que visaram estimular a inserção desses conhecimentos nas aulas da escola local, por meio da produção de um material paradidático.

3.1 Oficina pedagógica “Criação do Sol e da Lua”

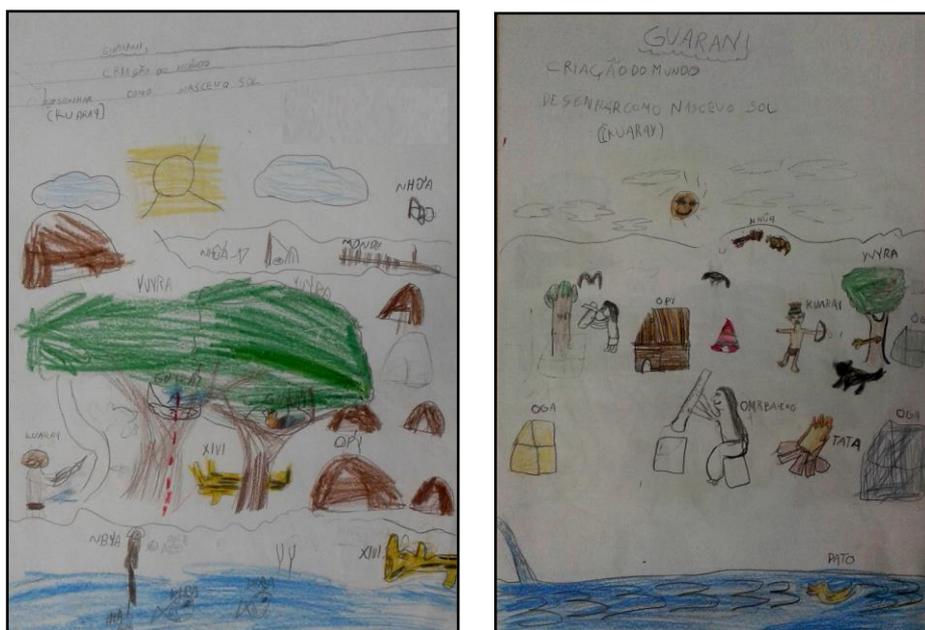
A partir da descrição realizada pelo cacique e pelo professor foi percebido que a história da criação do Sol e Lua está intimamente relacionada com a criação do Mundo, assim como atrelada a um significado espiritual em relação aos demais astros celestes. Assim, os informantes descrevem o fato da seguinte forma:

No início de tudo havia Deus, que engravidou uma mulher. Em sua barriga ela carregava dois filhos: Sol e Lua. Deus mandou a mãe de seus filhos para um lugar que havia preparado especialmente para ela. Para conseguir chegar lá ela deveria ouvir as orientações de seu filho Sol que estava dentro de sua barriga, junto de seu irmão Lua. Durante o caminho, Sol pediu para que sua mãe pegasse uma flor para que pudesse sentir o perfume, mas dentro dessa flor estava uma mamangava escondida que picou a mãe, que ficou furiosa e não ouviu mais as orientações do filho Sol. O filho Lua tentou orientar sua mãe, porém não sabia orientar corretamente, pois ele não tinha noção de direção. Durante o seu caminho, guiado pelo filho Lua, a mãe se perdeu e foi parar em uma caverna de lobos velhos e que já enxergavam mal, e apenas sentiam o cheiro da mulher. Esses lobos prenderam a mãe para que ela fosse devorada. Para poderem saber se realmente a presa era de boas condições para comer, eles apalparam a vítima, sendo que decidiram que deveriam abrir a mãe para comer. Então, resolveram retirar as crianças e aguardar até que atingissem um tamanho bom para serem devoradas também. Após abrirem a mãe e retirarem as duas crianças, devoraram-na. As crianças foram colocadas ao lado da fogueira para secar e um dos lobos passou a protegê-las. Sempre que os outros lobos perguntavam se os meninos já estavam prontos para serem devorados ele dizia que não. Se os outros lobos pediam para apalpar para conferir o tamanho deles, o lobo cuidador os enganava, e ao invés de dar as crianças dava uma ratazana para eles sentirem. Assim, o tempo foi passando e os meninos crescendo. Mas o menino Sol sempre queria saber por que era diferente dos lobos. Perguntava como seria a sua mãe. Certo dia, o menino saiu para caçar e avistou um papagaio, mas quando ele ia matá-lo, o papagaio perguntou por que estava querendo fazer isso, se ele não havia feito nenhum mal para o menino? Além disso, disse também que o menino deveria matar os lobos, que haviam matado a mãe dele. O menino foi até a floresta e inventou uma armadilha para matar lobos. Quando os lobos viram a armadilha zombaram do menino e disseram que aquilo não iria matá-los nada. O menino, então, os desafiou a passarem pela armadilha, e assim cada um dos

lobos que passou pela armadilha acabou morrendo. O menino voltou para a caverna e procurou pelos ossos de sua mãe até encontrar todos. Ele os juntou e montou cada um no seu lugar e tentou invocar o espírito dela de volta, mas por três vezes o seu irmão Lua não deixou. Como o menino Sol era mais forte e preparado para o trabalho, sempre se esforçou para manter os dois vivos. Mas eles tinham muitas discussões, então decidiram se separar. Sol disse que iria ficar durante o dia, por que era mais forte e Lua, mais preguiçoso, não iria aguentar o trabalho. Por isso, o Lua ficou com a noite, para descansar. Assim, foi que Sol e Lua se separaram e então o Sol começou o trabalho de colocar o nome em tudo que existe na terra, animais, plantas e etc. Por isso, o Sol é o pai de tudo! (Comunicação pessoal do Cacique e do Professor).

Os informantes ainda relataram que os meninos que se tornaram o Sol e a Lua, sempre estão brilhando e trazendo luz e calor para a Terra, assim, graças a eles, a vida pode existir no planeta. Além disso, os conhecedores afirmam que a armadilha citada na história e chamada de *monde* é a mesma utilizada atualmente pelo aldeamento para a caça de animais, como o tatu, por exemplo.

A partir da história contada pelos dois membros da comunidade foram confeccionados os desenhos pelos alunos (Figura 1). Nesses desenhos foram percebidos elementos do conhecimento tradicional relatado pelos informantes sobre a criação do Sol e da Lua, assim como nomes em Guaraní MBYÁ, demonstrando a existência de elementos da cultura local.



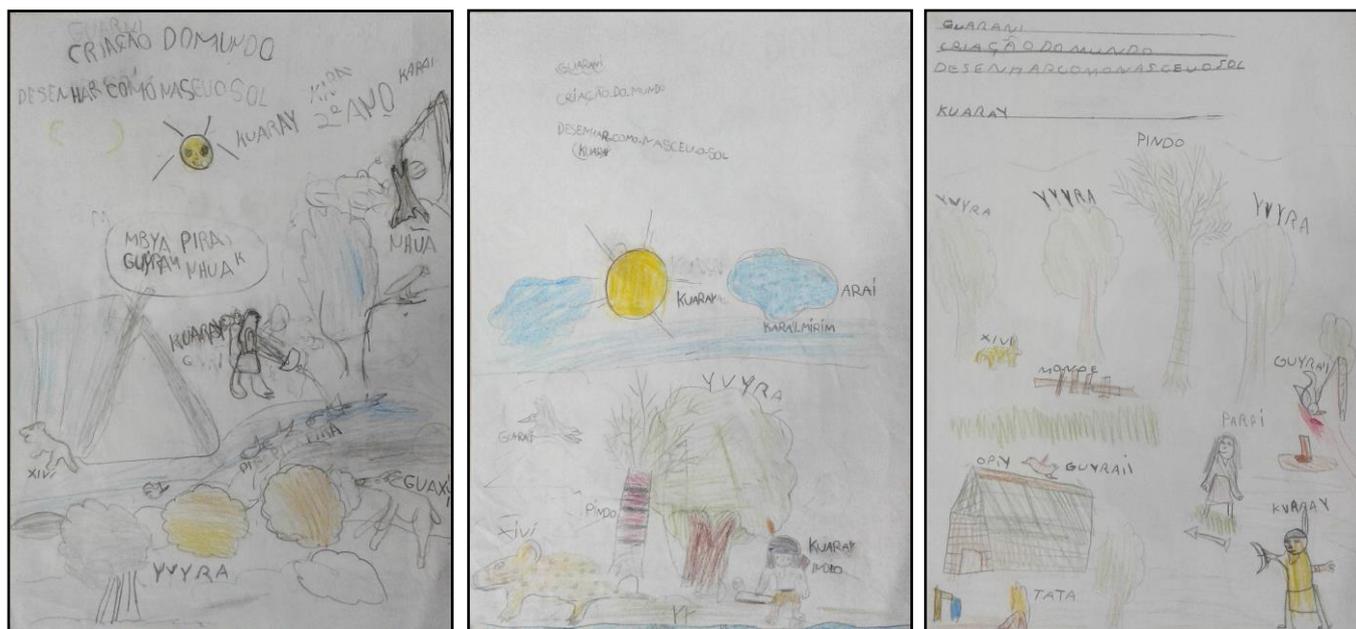


Figura 1 – Desenhos confeccionados a partir da história da “Criação do Sol e da Lua” pelos alunos da escola indígena da comunidade indígena de etnia Guarani MBYÁ *Nhu Porá*, localizada no município de Torres – RS.

As oficinas são ferramentas que oportunizam aos seus participantes vivenciar situação concreta e significativa, considerando os objetivos pedagógicos, podendo oportunizar a articulação de conceitos e a construção coletiva de saberes (PAVIANI; FONTANA, 2009). Nesse contexto, as atitudes dos alunos, durante as oficinas pedagógicas, e o material produzido, levam a crer que essa atividade gerou resultados positivos e significativos junto aos participantes. Com isso, considera-se que a oficina pedagógica cumpriu a finalidade de propiciar a construção coletiva de saberes relativos à etnoastronomia do grupo indígena de *Nhu Porá*.

A importância da atividade para os discentes pode ser percebida por meio dos desenhos produzidos, que se mostraram bastante ricos e representaram as temáticas abordadas na história contada pelos informantes. Além disso, é possível supor que esse material tenha repercutido em toda a escola, já que foi exposto por alguns dias para que outros alunos e alunas, professores e professoras pudessem observar e tomar conhecimento sobre como a própria cultura percebe “as coisas do céu”. Além disso, a oficina proporcionou a aproximação entre os saberes do senso comum e o científico.

A realização da oficina possibilitou aos alunos, ainda, saber um pouco sobre o conhecimento astronômico oriundo de sua cultura, pois houve a possibilidade de explorar conhecimentos pretéritos de forma mais contundente. A partir dessa atividade foi percebido que atividades lúdicas, como a construção de desenhos (Figura 2), que retratam o conhecimento tradicional indígena, no caso de astronomia, podem facilitar e contribuir para a continuidade da bagagem cultural da comunidade.

Diante de oficinas dessa natureza, os alunos se sentem mais atraídos pelo saber de sua gente, fato esse comprovado pelo interesse em compreender a história narrada para desenhar o mais fidedignamente possível. Isso se deve, principalmente, pelo fato de a ludicidade e a formalidade da escola permitirem que os alunos indígenas se apropriem de sua cultura com maior facilidade. A realização dessa oficina em particular,

vem ao encontro do objetivo de possibilitar a continuidade do conhecimento tradicional que há muito vem se perdendo com o passar das gerações. Além disso, ela, aparentemente, permite a inserção desse conhecimento no ambiente escolar, de forma que o conhecimento cotidiano de comunidades tradicionais seja acrescentado ao científico (que é sempre trabalhado no ensino formal), sem que um sobreponha, desmereça ou descaracterize o outro; embora, a rigor, o estudo para confirmar ou negar tal interação de distintas epistemologias e as implicações da mesma não foi feito, pois estava além do escopo do presente trabalho.

O professor de escolas indígenas, por exemplo, deve sempre refletir sobre a realidade de ensino e da comunidade, para que, a partir disso, possa contribuir na incorporação desses conhecimentos ao fazer pedagógico. Isso é ainda mais importante ao se considerar que na maioria das vezes o ensino formal praticado em sala de aula se caracteriza pela apresentação dos conteúdos cientificamente aceitos, não considerando, no caso de comunidades tradicionais, os conteúdos oriundos da vivência cotidiana desses povos. Isso distancia as crianças cada vez mais da cultura de seu povo, impondo apenas o conhecimento dos livros didáticos, os quais costumam atender a outros interesses e objetivos, não necessariamente os mais importantes para aquela cultura.

No contexto de uma comunidade tradicional, como a indígena, é extremamente importante considerar o que os mais velhos sabem sobre determinado assunto, no caso específico, a etnoastronomia. Conforme Afonso (2010, p. 63) “a maioria dos conhecimentos astronômicos dos indígenas da família tupi-guarani é repassada de geração para geração, por meio de seus mitos”, permitindo que se torne algo cultural dentro da comunidade. Porém, caso não sejam tomadas medidas que visem à revivificação do conhecimento tradicional, esse pode se perder, prevalecendo o conhecimento cientificamente aceito, isto é, no caso, o ocidental.

3.2 Conhecimento etnoastronômico dos índios da aldeia Guarani MBYÁ Nhu Porá

Para todos os conhecedores tradicionais o mundo foi criado por Deus (*Nhanderú*), que começou criando a Terra, depois o Sol (*Kuaray*) e por fim, a Lua (*Jaxy*).

Cada um dos entrevistados descreveu novos elementos para a criação do mundo que foram se somando à ideia acima descrita, como por exemplo, a criação dos seres vivos, como o tatu e o beija-flor. Foi percebido que existem inúmeros fatos e personagens diferentes em cada história, mas a essência não se modifica, ou seja, a de que Deus foi o criador de tudo. Dentre as afirmações descritas pelos conhecedores tradicionais que explicam a criação do mundo estão:

“Nhanderú vivia sozinho e criou a mulher da sua costela, e ela teve dois filhos, Sol e Lua, todos os dois são homens.”

“No início Deus criou a Terra, criou Sol, que criou a Lua os seres, o tatu, o tucano, que são os primeiros seres.”

“[...] Sol criou a Lua (a Lua é irmão do Sol). O Sol criou a Lua a partir de um artesanato, para clarear a noite. O Sol e a Lua são índios, são irmãos.”

Para a criação do Sol e da Lua, dois dos conhecedores relataram que os dois astros são irmãos e que foram criados ao mesmo tempo. No entanto, os outros três afirmaram que o Sol é o criador da Lua, mesmo sendo irmãos. Afonso (2006b; 2010) relatam que na cultura indígena o Sol e a Lua são considerados irmãos e pertencentes ao gênero masculino, corroborando com as informações levantadas, de modo independente umas das outras, junto aos cinco conhecedores.

Foi observado por meio dos relatos e a forma de entonação da voz no momento da entrevista, que para os índios o Sol exerce papel crucial na criação de tudo que há na Terra, assim como para a manutenção da vida. Isso ficou claro no relato de um dos entrevistados, que afirmou que “[...] *o Sol é fonte de luz, de vida*” (Comunicação pessoal entrevistado).

Na cultura Tupi-Guarani, o Sol tem papel fundamental na manutenção da vida na Terra, além de possuir um grande significado religioso devido a sua força espiritual (AFONSO, 2006a). Isso justifica o posicionamento de protagonista que o Sol ocupa na criação do mundo, conforme os índios investigados.

A religiosidade é um elemento bastante presente nas culturas indígenas, sendo algo constante no conhecimento tradicional desses povos. Assim, o conhecimento astronômico normalmente apresenta, no mínimo dois significados, onde o conhecimento sobre os astros – igualmente a outros etnoconhecimentos – manifesta uma componente religiosa, resultando em uma diferença de significados entre o cotidiano e o religioso (MARIUZZO, 2012). De fato, segundo David (2011), desde uma perspectiva antropológica, a própria “astronomia [em suas origens históricas] se tornou um fenômeno associado aos costumes, aos ritos e às crenças de um povo, interessando-se também pelas interpretações celestes existentes” (DAVID, 2011).

As estrelas são denominadas pelos indígenas do aldeamento Guarani MBYÁ da comunidade Nhu Porá, de *Jaxy Tata*, que significa estrela-de-fogo, sendo que não houve concordância plena para a origem desses astros, onde a maioria afirma que o Sol as criou e outros que foi a Lua, como exemplificam as seguintes declarações de três conhecedores distintos:

“*O Sol criou as estrelas.*”

“*O Sol criou as estrelas para a noite não ser tão escura.*”

“*[...] E a Lua criou as estrelas.*”

A realização de observações noturnas do céu parece não ser costume entre os indígenas. Com isso, não há identificação de elementos comuns no céu noturno, como, por exemplo, a Via Láctea, que pode ser facilmente visualizada, e que geralmente chama a atenção de outras tribos indígenas do Brasil, conforme relatam Afonso (2006a; 2006b). No entanto, uma das poucas constelações que os conhecedores afirmam identificar é as Três Marias, sendo nomeada de *Joykexo*.

As Três Marias é o nome popular ocidental dado para três estrelas que formam o Cinturão de Órion, que é composto pelas estrelas Mintaka, Alnilam e Alnitak (AFONSO, 2014). As estrelas que formam o Cinturão de Órion são facilmente identificadas no céu, sendo um importante alvo para se localizar diversas estrelas e constelações.

Dentre os indígenas do Brasil, uma das constelações que podem ser identificadas a partir das três Marias é a constelação do Homem Velho. Nessa constelação, o Cinturão de Órion representa o joelho da perna sadia do Homem velho e o braço esquerdo é formado por estrelas do escudo de Órion (AFONSO, 2006a; 2014). No entanto, entre os indígenas da aldeia de campo bonito, essa constelação não foi citada, nem mesmo referenciada.

Isso pode ser creditado ao fato de os indígenas não costumarem observar o céu noturno, cabendo essa função apenas aos líderes espirituais, que observam os movimentos estelares para prever o que acontecerá no universo. Por exemplo:

“[...] o Pajé observa [o céu] para saber o que vai acontecer.”
“[...] têm as três Marias, dá pra ver certinho no céu.”

Com relação às constelações, dois dos conhecedores relataram que em algumas épocas do ano é possível observar à noite, no céu, um aglomerado de estrelas, que chamam de trilho da anta (*Rapé Mboreví*), assim como o bico de um pássaro, no caso, a ema:

“[...] é o trilho da anta, que tem uma anta e um bico de um pássaro querendo comer a anta, que é a ema, no céu aparece só a cabeça da ema, com o bico aberto.”

No entanto, os índios afirmaram que as figuras da anta (*Mborevi*) e da ema (*Nhandú*) são perceptíveis apenas em algumas épocas do ano, e que quem os ensinou a observar essas figuras no céu noturno foram suas mães e avós, ou seja, seus antepassados.

Conforme destaca Afonso (2006a; 2014), a Constelação de Ema fica na região do céu limitada pelas constelações ocidentais Crux e Scorpius. Aquela é formada utilizando estrelas das constelações Musca, Centaurus, Triangulum Australe, Ara, Telescopium, Lupus e Circinus. A cabeça da Ema é formada pelas estrelas que envolvem o Saco de Carvão, uma nebulosa escura que fica perto da estrela α Crucis (Acrux) e o bico pelas estrelas α Muscae e β Muscae. Dentro do corpo do animal, as manchas claras e escuras da Via Láctea ajudam a formar a plumagem (AFONSO, 2014).

Na região da Via Láctea estão localizadas as principais constelações indígenas, pois nessa faixa, que atravessa o céu, as estrelas e os aglomerados de estrelas aparecem em maior quantidade, facilmente visíveis à noite. As manchas escuras e claras da Via Láctea auxiliam na representação das constelações, sendo mais fácil de imaginá-las. Dessa forma, os indígenas conseguem verificar esses desenhos não somente pela união das estrelas, mas também pelas manchas da Via Láctea (AFONSO, 2006a; 2009). A partir disso, o povo indígena consegue observar figuras formadas pelas constelações diferentemente da astronomia ocidental, levando a denominações específicas de sua cultura, como as constelações Ema e Homem Velho, por exemplo.

Alguns artigos discutem as constelações indígenas detalhadamente (por exemplo, AFONSO, 2006a; 2012; 2014; AFONSO et al., 2011), devido ao fato de elas fazerem parte do conhecimento etnoastronômico das comunidades tradicionais da etnia em questão. Vide ainda Lima et al. (2014) para aprofundamentos sobre constelações indígenas envolvendo esta e outras etnias.

Para alguns índios as estrelas também são responsáveis por iluminarem a Lua Nova (*Jaxy Ra'y*), pelo fato de ela ser jovem, pequena e com baixa luminosidade, não possuindo luz própria. Porém, nas outras fases a Lua adquire brilho próprio, não necessitando da iluminação das estrelas, pois aumenta de tamanho e de intensidade luminosa:

“[...] na Lua Nova as estrelas que iluminam a Lua.”

Dentre os indígenas da aldeia Guarani MBYÁ *Nhu Porá*, a Lua influencia em diversas atividades da comunidade, como na produção de artesanato e na agricultura (plantio e colheita), sendo que na Lua Nova essas atividades não devem ser realizadas. Isso se deve ao fato de que, na palavra dos conhecedores, o material para o artesanato, assim como a cultura plantada, “caruncha”, ou seja, é destruído pela ação do caruncho (inseto) no período de Lua Nova. Isso corrobora com Afonso (2006a, p. 49) que afirma que “tupis-guaranis, em virtude da longa prática de observação da Lua, conhecem e utilizam suas fases [...] no plantio e no corte de madeira”. Tais informações ficam claras nas falas dos conhecedores tradicionais:

“Não se faz artesanato na Lua Nova, não pode cortar a Taquara, por que caruncha.”

“Nas Luas Crescente, Minguante e Cheia, pode plantar e colher.”

Um dos principais usos práticos da astronomia na vida cotidiana dos indígenas é na agricultura, uma vez que os referenciais astronômicos costumam regular o bom desempenho dessa atividade (JALLES et al., 2013). Dentre os referenciais astronômicos que exercem tal regulação se destacam as estações do ano e as fases da Lua (AFONSO, 2010), às quais os povos indígenas agregam significado, para, então, determinar as épocas de plantio e colheita (CAMPOS, 2006; AFONSO, 2006a; 2009; 2010). No entanto, em várias localidades do Brasil, diferentemente da aldeia *Nhu Porá*, os índios consideram a Lua Nova como sendo a melhor para atividades como a caça, o plantio e o corte da madeira (AFONSO, 2010). Isso ocorre, possivelmente, pelo fato de cada povo possuir sua própria cultura, sendo esta dinâmica, gerando diferenças entre culturas, dependendo do aldeamento indígena em questão.

Para explicar as diferentes fases da Lua, todos os índios foram unânimes em afirmar que esse astro possui uma espécie de ciclo vital. Assim, tem que nascer, crescer e desaparecer; sendo assim, cada fase da Lua faz parte desse ciclo, onde o astro renasce:

“[...] ela renasce a cada fase. A Lua precisa nascer a cada mês.”

“Lua é a criação do Sol, e ela tem que volta a nascer, ela precisa renascer.”

As estações do ano são percebidas de forma diferente da ocidental pela comunidade da aldeia, pois dividem o ano em apenas dois momentos: ano novo (*Ara pyau*) e ano velho (*Ara Ymã*). O primeiro representa, em certa aproximação, a época que para nós é definida como sendo a primavera e o verão, e o segundo, o outono e o inverno, apesar de atualmente utilizarem o calendário ocidental. Essa mesma informação foi relatada por Afonso (2006a).

Os conhecedores relataram que antigamente o início de cada ano era identificado por elementos da natureza, como o canto do sabiá (*Turdus rufiventris*), que estava na época reprodutiva, e pela floração das plantas. Segundo Afonso (2006a), é

comum entre as culturas indígenas a associação das estações do ano e das fases da lua, por exemplo, com comportamentos ou disposições da fauna e da flora da região na qual estão inseridas. Com isso, a partir desses elementos, conseguem demarcar o início das estações do ano.

Conforme a cultura dos Guarani Mbyá da aldeia Campo Bonito, o ano novo indica a época para o início do plantio e o ano velho está relacionado ao início do inverno. Nesse contexto, o ano novo se inicia em setembro, que é a época ideal para o início da plantação. E no final do ano novo, é a época de colher e guardar as sementes para serem utilizadas no próximo ano.

O aldeamento *Nhu Porá* recebe indígenas de várias outras localidades, alguns inclusive que não nasceram no Brasil, sendo oriundos da Argentina. Isso reflete no entendimento das melhores épocas para a plantação e colheita, por exemplo, sendo que essas são diferentes entre esses dois países:

“[...] antigamente era melhor plantar no mês de Abril e Junho, mas aqui não sabemos qual a melhor data.”

Para a contagem das horas, atualmente os conhecedores afirmaram que utilizam o relógio. Porém, antigamente, os mais velhos, conforme destacaram, contavam as horas por meio da sombra que o Sol fazia em diferentes objetos, como, por exemplo, em uma árvore. Sendo assim, não foi evidenciado um objeto específico para fazer essa contagem:

“Antigamente a gente não sabia as horas, o Sol dizia.”
“A sombra que o Sol fazia nas coisas diz as horas.”

Apesar de boa parte dos conhecimentos etnoastronômicos dos povos indígenas ser repassada de geração para geração, mediante os seus mitos (AFONSO, 2010), os conhecedores relataram que as pessoas mais novas não possuem o conhecimento sobre a contagem das horas, pelo fato de os mais velhos não ensinarem como que se contavam as horas. Dessa forma, atualmente, não sabem explicar exatamente como realizavam esses procedimentos, apenas sabem dizer que o faziam por meio das sombras:

“Os mais velhos não diziam pra gente como que contava as horas.”

Na busca pelo resgate e compreensão da história astronômica dos povos tradicionais do Brasil, a etnoastronomia pode ser uma ferramenta muito importante. A partir desta, pode ser possível recuperar e manter viva as práticas astronômicas das diferentes comunidades indígenas. Assim, questões como a contagem das horas, por exemplo, poderão ser compreendidas e utilizadas pelas gerações futuras, sendo respeitadas ao longo do tempo – ainda que essas práticas e concepções venham a sofrer transformações com o tempo; o que é natural, pois, conforme já salientado, as culturas são dinâmicas; neste caso, porém, são mudanças desenvolvidas desde o interior da cultura, coerentes com a cosmovisão da mesma; são transformações a partir de, e consoantes com, algo reconhecido e valorizado pela própria cultura (pelo menos após o processo em questão, de recuperação, revalorização e revivificação das concepções e práticas daquela cultura junto às pessoas que a integram), e não algo imposto, explícita ou implicitamente, em algum processo de aculturação. Por isso, nas palavras de Afonso (2006a), a etnoastronomia no Brasil tem um lugar especial, justamente devido à grande diversidade étnica nacional, que gera a necessidade do resgate.

Afonso (2009) relata que a observação dos movimentos visíveis do Sol para determinar, por exemplo, os pontos cardeais, as estações do ano e as horas sempre foi prática corriqueira entre os povos aborígenes mais antigos. Não fugindo dessa tendência, os indígenas utilizavam instrumentos específicos em algumas etnias para esse fim. Dentre esses há o chamado gnômon, conforme levantamentos arqueológicos existentes (AFONSO, 2007). Segundo Afonso (2007, p. 76), o gnômon indígena brasileiro seria “constituído de uma rocha [...] com cerca de 1,50 metros de altura, aproximadamente em forma de tronco de pirâmide e talhada para os quatro pontos cardeais”. No entanto, não houve relato de nada parecido entre os índios *Nhu Porá*, podendo isso ocorrer pelo fato de não ter sido usual em sua aldeia ou de essa informação já ter sido perdida ao longo das gerações.

Quando indagados sobre os eclipses, os conhecedores afirmaram que esse evento está relacionado com algo ruim e que causa medo, pois indica que o mal está próximo e que precisam se esconder para poder se salvar:

“Quando acontece o eclipse, a Lua se esconde para salvar as pessoas do mal.”

De acordo com Afonso (2006a; 2010), antigamente os indígenas estavam familiarizados com os movimentos celestes observados diariamente, auxiliando inclusive em suas atividades. Porém, fenômenos celestes como cometas e eclipses sempre foram vistos com pouca frequência pelos indígenas, o que costumava espalhar medo à comunidade, “em razão de transformarem em caos a ordem de repetição do cosmos” (AFONSO, 2010, p. 64).

Aparentemente, diversos povos antigos indígenas conseguiam prever os eclipses; porém, por falta de registros, os procedimentos utilizados para esse fim não são conhecidos (AFONSO, 2010), provavelmente pelo fato de não terem sido repassados para as novas gerações. Nesse sentido, os Guarani MBYÁ do aldeamento em questão afirmaram que não possuem o conhecimento dos métodos utilizados para a previsão dos eclipses, sendo que, o único membro da aldeia que consegue prevêê-los é o líder espiritual.

Quando questionados sobre as épocas de chuva e por que ocorrem, afirmaram que essas acontecem no início do ano, e que em consequência disso há o aumento do número de peixes. Porém, não sabem prever quando a chuva irá acontecer, tendo apenas a certeza de que significa que Deus vem regar a Terra, para que a vida seja possível de ocorrer:

“[...] acontecem no ano novo, e essas chuvas trazem muito peixe.”

Para os índios da aldeia *Nhu Porá* não há data para o fim do mundo e nem conhecimento se isso ocorrerá. Quatro dos conhecedores afirmaram que somente o Sol sabe, não havendo a possibilidade do Guarani MBYÁ saber sobre isso. Porém, um dos conhecedores tradicionais salientou que tal fato ocorrerá quando não nascerem mais crianças, sem conseguir explicar isso com maiores detalhes.

As considerações tecidas para esse questionamento pelos indígenas demonstram a associação constante que fazem entre o que existe no céu e na terra, sendo isso relacionado ao fato de se considerarem como parte integrante do meio ambiente (AFONSO, 2006a). Essa consideração faz com que haja reflexão no

relacionamento desses índios com o ambiente, fazendo com que exista um respeito pela terra.

3.3 Material paradidático para a abordagem da etnoastronomia na escola indígena *Nhu Porá*

Apesar de a etnoastronomia ser um tema pouco ou quase nada explorado no cenário educacional, ela apresenta um grande potencial educativo. Isso se deve, principalmente, devido à relevância que as “coisas do céu” apresentam nas mais diferentes culturas, assim como ao fato de os astros influenciarem em atividades cotidianas, como, por exemplo, a agricultura.

A proposta de um material paradidático, a partir do conhecimento etnoastronômico da comunidade indígena *Nhu Porá*, pretende mostrar as possibilidades de abordagem didática do tema na escola da comunidade. Os materiais com essas características podem assumir as formas lúdicas ou conceituais e têm os objetivos de ensinar e divertir, podendo ser utilizados dentro e fora da escola (MENEZES; SANTOS, 2002). Assim, aqueles podem se constituir em grandes aliados do professor no processo de ensino-aprendizagem.

A construção do livreto paradidático contou com o engajamento e a participação do cacique, do professor indígena e de 15 alunos da escola da comunidade. Para tanto, os dois primeiros contaram em conjunto a história da criação do Sol e da Lua (exposta no item 3.1 deste artigo), que em seguida foi recontada pelo professor aos alunos para que confeccionassem desenhos que ilustrariam o livreto paradidático. Além disso, os dados descritos no item 3.2, coletados junto aos conhecedores tradicionais, serviram para complementar as informações etnoastronômicas que compuseram o material. O tema “Criação do Sol e da Lua” foi escolhido pelo fato de exercer grande fascínio na comunidade indígena.

O livreto paradidático, que teve como título “A criação do Sol e da Lua: impressões dos Guaranis MBYÁ da aldeia *Nhu Porá*”, apresenta 12 páginas, divididas em três partes: 1) um intertexto, com ilustrações, abordando de forma lúdica a criação dos astros Sol e Lua; 2) sugestões de atividades: estratégias e situações didáticas; e 3) informações complementares relacionadas a diferentes temas ligados com a criação do Sol e da Lua e os fenômenos da luz, como as propriedades físicas da mesma, a cor, a reflexão e a refração. Para tanto, o paradidático foi elaborado de modo que estimule a utilização nas aulas, assim como a leitura dos textos.

O material foi produzido utilizando linguagem adequada para leitores em processo (LEP), sendo esses leitores entre sete e nove anos, onde o pensamento lógico já se organizando em formas concretas, permitindo domínio relativo da leitura, uma vez que há possibilidades de operações mentais (COELHO; SANTANA, 1996). Além disso, foi ilustrado com desenhos confeccionados pelos alunos da escola indígena, a partir da história da criação do Sol e da Lua. Ainda, para potencializar a eficácia desse recurso didático, também foram apresentados desenhos e experimentos, para que sirvam como material de apoio ao professor da escola indígena.

Para a validação do material junto à comunidade indígena, foi entregue ao professor e ao Cacique da comunidade *Nhu Porá*, inicialmente, uma primeira versão,

para suas devidas considerações, ainda sem a participação dos alunos da escola. Foi observado que o grupo sentiu dificuldade para a compreensão dos temas científicos abordados em conjunto com o conhecimento etnoastronômico. Dessa forma, foram realizadas devidas anotações e considerações para que o material fosse aprimorado.

Em encontros posteriores ocorreu maior participação da comunidade, a fim de que reconhecessem seu conhecimento etnoastronômico no material. Para facilitar o manuseio do paradidático pela comunidade e alunos, e para facilitar a validação a partir desses atores, foram deixadas cópias na escola para que todos pudessem ter contato e fizessem maiores e melhores considerações. Após as correções e adequações o material foi reapresentado na escola e utilizado para a abordagem do tema “Criação do Sol e da Lua” nas aulas.

Para que atingisse os objetivos de divulgar e valorizar a cultura astronômica da comunidade, o paradidático foi planejado para conter metodologias e estratégias didáticas que auxiliem o professor da escola indígena nas aulas, contribuindo para uma aprendizagem significativa e contextualizada dos conhecimentos etnoastronômicos, aliados aos conceitos cientificamente aceitos de luz. Além disso, a elaboração desse material paradidático se consolida como recurso didático importante no processo de ensino-aprendizagem, pois possibilita ao aluno estabelecer, interpretar e interagir com a própria cultura, tornando-os cidadãos críticos e capazes de manter vivo o conhecimento cultuado de geração para geração em sua cultura.

Durante a construção e avaliação do paradidático foi observada maior interação entre o professor indígena, o cacique e os alunos, o que permitiu o resgate de suas autoestimas, no momento em que se viram capazes de construir uma ferramenta pedagógica que divulgasse e valorizasse a cultura da comunidade.

A participação coletiva durante os encontros para a coleta de informações e avaliação do paradidático que estava sendo construído foi significativamente positiva, pois os participantes se mostraram empenhados e acreditando na importância do material que estavam criando para a continuação de sua cultura. Assim, puderam se apropriar, de certa forma, do processo de ensino-aprendizagem da etnoastronomia, uma vez que se perceberam como protagonistas do processo, e não apenas como meros espectadores.

O paradidático desenvolvido nesse trabalho tem cunho divulgador da cultura por vezes esquecida, por isso deverá ser adotado na escola da comunidade local. A utilização das estratégias nele abordadas permite ao aluno conhecer a etnoastronomia de acordo com a própria cultura, refletindo e, conseqüentemente, contribuindo para a continuidade do conhecimento sobre astronomia da comunidade, principalmente no âmbito escolar.

Nesse sentido, embora os conhecimentos tradicionais e os chamados conhecimentos populares provenham de bases epistemológicas e axiológicas distintas, pode-se fazer um relativo paralelo entre a valorização daqueles e a destes. Como Gomdin e Mól (2008, p. 5) salientam: “[...] o ser humano constitui-se a partir de uma diversidade de saberes e, dentre eles, os saberes populares, tão presentes na cultura de nosso país e desconsiderado em nossas escolas”. Conhecimentos populares e conhecimentos tradicionais (ou etnoconhecimentos) não são sinônimos (LIMA et al., 2014; JAFELICE, 2015). Estes, conforme tratado neste trabalho, são conhecimentos especializados. Ainda assim, porém, do ponto de vista cultural amplo, é de extrema

importância incentivar-se no âmbito escolar tanto movimentos que permitam a valorização dos saberes populares, como aqueles de valorização dos etnoconhecimentos, principalmente quando se considera a diversidade étnica do Brasil.

Nesse contexto, a abordagem da etnoastronomia na escola indígena possibilita a promoção da “autoestima e valorização dos saberes antigos, salientando que as diferentes interpretações da mesma região do céu, feitas por diversas culturas, auxiliam na compreensão das diversidades culturais” (AFONSO, 2006b, p. 79).

A construção do material paradidático só foi possível graças à sensibilização, o envolvimento, o querer fazer, e o apostar em uma produção coletiva, por parte dos envolvidos no processo, apesar da exaustiva jornada de trabalho. Por isso, espera-se que o material produzido se transforme em uma ferramenta relevante para a difusão dos conhecimentos etnoastronômicos. Para tanto, almeja-se que os professores da escola da comunidade venham a utilizá-lo, para desenvolver projetos na unidade de ensino.

Para Jalles et al. (sem paginação, 2013) os livros paradidáticos são muito importantes, pois

[...] nos auxiliam a relativizar o conhecimento científico, [...]. Desmistificar estes processos não significa [...] desvalorizar a ciência, ela é uma forma instigante de entender nossa origem, como nos relacionamos com o céu e o impacto deste conhecimento em nossas vidas aqui no chão. [...].

Assim, esse material pode auxiliar na valorização do conhecimento tradicional em astronomia, além de permitir sua existência no âmbito escolar da cultura local, sem deixar de lado o conhecimento científico, uma vez que os dois conhecimentos são totalmente diferentes e necessários, principalmente (mas não apenas) em uma comunidade tradicional, como as indígenas.

A produção de um material paradidático como o aqui relatado se reveste ainda de maior importância pela peculiaridade, pois embora exista um acervo significativo de paradidáticos de astronomia, há carências de materiais e de trabalhos (*e.g.*, FONSECA et al., 2007; JALLES et al., 2014) que busquem a construção, avaliação e utilização desses recursos com o enfoque na realidade cultural etnoastronômica dos índios.

A produção de um material didático ou paradidático que considere a realidade da comunidade indígena na qual será utilizado pode contribuir para o ensino-aprendizagem muito mais do que se possa imaginar. Isso fica claro, ao se considerar as palavras do professor e pesquisador Walmir Thomazi Cardoso, da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), ao lembrar que em suas andanças pela Amazônia encontrou uma escola indígena decorada com bandeirolas produzidas a partir das páginas de livros didáticos. Conforme David (p.13, 2011,.) o pesquisador “analisa que isso é reflexo da inadequação desse material, que, na maioria das vezes, nada tem a ver com a vida desses povos”. Esse professor sugere:

Que tal começarmos a produzir material didático feito por eles? A gente tem que entender que o Brasil é de uma diversidade enorme e que não dá para produzir livros didáticos que sirvam para as regiões Sudeste e Sul e levá-los, indiscriminadamente, para todos os lugares do país (CARDOSO apud DAVID, p.13, 2011).

A próxima etapa desse trabalho deverá ser a avaliação da utilização e importância do livreto paradidático junto aos alunos da escola indígena *Nhu Porá*, para que seja possível realizar possíveis ajustes e planejar a construção de outros materiais paradidáticos com diferentes temas etnoastronômicos, inicialmente não abordados no primeiro momento. Do contato dos alunos com esse material em aula, acredita-se que a utilização dos desenhos confeccionados por eles, bem como a linguagem acessível que considere o conhecimento da comunidade local, favoreçam o aprendizado e a continuidade do conhecimento tradicional.

4 Considerações finais

Essa investigação teve como foco mostrar o conhecimento astronômico de um grupo de índios Guarani MBYÁ pertencentes a uma aldeia localizada no norte do Rio Grande do Sul, para que, a partir disso, fosse possível apontar direcionamentos para o ensino de etnoastronomia na escola da comunidade.

Os dados confirmaram que os indígenas, de fato, desenvolvem atividades cotidianas baseadas nos conhecimentos sobre “as coisas do céu”. Conforme destacam Afonso e Nadal (2013) essas informações são importantes, uma vez que, servem como referência uma forma de se conhecer a forma que sociedades antigas percebiam o conhecimento astronômico.

As informações astronômicas levantadas não causaram estranheza, uma vez que alguns trabalhos científicos (*e.g.*, AFONSO, 2006a; 2006b; 2009; 2010; 2012; 2014; CAMPOS, 2006; AFONSO et al., 2011; SILVA et al., 2014) apontam para essa direção. Entende-se que esse fato possui um impacto direto nas atividades cotidianas desenvolvidas na aldeia, como a pesca, a agricultura (plantio e colheita), a produção de artesanato, assim como nas poucas atividades de caça desenvolvidas.

Logo, surgiu o questionamento sobre a importância da continuidade da existência desse conhecimento entre os membros da comunidade, uma vez que, na fala dos conhecedores tradicionais, os mais jovens não demonstram interesse em sabê-lo e a escola não ensina tais conhecimentos tradicionais. Nesse sentido, além dos pais e avós, que têm a obrigação de transmitir essas narrativas aos seus filhos e netos, a escola representa um papel primordial nesse contexto.

Obviamente, não se quer que o conhecimento científico sistematizado pela escola seja deixado de lado, mas que os professores da escola da comunidade possam utilizar a etnoastronomia, para que seja possível compreender que há aspectos da cultura tradicional que devem ser valorizados no ambiente escolar. Caso a compreensão desses não seja incentivada na escola, o que se ensina para os alunos se tornará uma verdade imutável e inquestionável, fazendo com que a cultura seja preterida, em relação ao conhecimento científico.

Como instrumento pedagógico capaz de auxiliar no processo de ensino-aprendizagem da etnoastronomia na escola da aldeia, o material paradidático produzido se mostrou como ferramenta em potencial. O trabalho mostrou que a elaboração do livro paradidático contribui para: 1) compreender as informações levantadas junto aos conhecedores tradicionais, selecioná-las e organizá-las; 2) adaptar a linguagem para o

nível de ensino ao qual o material se destina; e 3) tornar o material atrativo, com as ilustrações confeccionadas pelos alunos da escola.

Além disso, a construção do livreto paradidático foi uma experiência que exigiu pensamento crítico em todos os momentos, por parte dos participantes, e algumas aprendizagens puderam ser percebidas. Dessa forma, foi um importante componente na formação inicial docente para o futuro professor da área de Ciências da Natureza.

A realização de trabalhos como esse tem a capacidade de despertar a curiosidade sobre a astronomia indígena, no caso, a etnoastronomia. Os resultados alcançados demonstraram a eficácia e a potencialidade da abordagem do tema no âmbito escolar, seja em unidades indígenas ou não-indígenas. Com isso, há a possibilidade da popularização do conhecimento das “coisas do céu” entre os alunos, ou seja, o redirecionamento do mesmo com maior frequência ao público leigo. Assim, acredita-se que com essa atitude haja o estímulo para a continuidade e o desenvolvimento das pesquisas no tocante à etnoastronomia de comunidades tradicionais.

Como encaminhamento para pesquisas futuras no âmbito da etnoastronomia indígena, sugere-se a aplicação e avaliação do impacto do material paradidático produzido junto aos alunos da escola da comunidade. Além disso, recomenda-se também a utilização do material em escolas não-indígenas da região, a fim de divulgar o conhecimento tradicional da comunidade indígena, valorizando a cultura, por vezes relegada ao esquecimento, e de atender à legislação vigente, no caso a Lei 11.645/2008.

Agradecimentos

Os autores agradecem aos indígenas da aldeia *Nhu Porá* que participaram da presente investigação, principalmente ao cacique Mário e ao professor indígena da escola da comunidade, Francisco, que não mediram esforços em auxiliar em campo e pela recepção em todas as visitas realizadas na aldeia. Além disso, agradecem também ao Instituto Federal de Santa Catarina (IFSC), *campus* Araranguá, pelo apoio logístico e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro por meio de bolsa de Iniciação Científica à primeira autora.

Referências

- AFONSO, G. B. **As constelações indígenas brasileiras**. 2014. Disponível em: <<http://www.telescopiosnaescola.pro.br/indigenas.pdf>>. Acesso em: 22 abr. 2015.
- AFONSO, G. B. **Astronomia Indígena**. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, 61. **Anais...** 2009, Manaus - AM. v. 1, p. 1-5, 2009.
- AFONSO, G. B. Astronomia Indígena. **Revista de História**, v. 1, p. 62-65, 2010.
- AFONSO, G. B. Constelações Ocidentais e Constelações Indígenas. **Urânia**, v. 5, p. 22-23, 2012.

AFONSO, G. B. Determinação dos pontos cardeais com o Gnômon. **Astronomy Brasil**, v. 2, p. 76-77, 2007.

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

AFONSO, G. B. Relações Afro-Indígenas. **Scientific American Brasil**, v. 14, p. 72-79, 2006b.

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

AFONSO, G. B.; NADAL, C. A. Arqueoastronomia no Brasil. In: MATSUURA, Oscar T. (Org.). **História da astronomia no Brasil (2013)**. v. 1, cap. 2. Recife: CEPE; SECTEC; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. p. 50-86. Disponível em: <http://www.mast.br/pdf_volume_1/Arqueoastronomia_no_Brasil_Germano_Afonso.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2016.

CAMPOS, M. D. A cosmologia dos Caiapó. **Scientific American Brasil**, v. 14, p. 62-71, 2006.

COELHO, N. N.; SANTANA, J. S. L. A educação ambiental na literatura infantil como formadora de consciência de mundo. In: TRAJBER, R.; MANZOCHI, L. H. (Coord.). **Avaliando a educação ambiental no Brasil: materiais impressos**. São Paulo: Gaia, 1996. p. 59-76.

DAVID, D. Um céu de muitas histórias. **Jornal da Universidade**, 2011. p. 13. Disponível em: <http://issuu.com/jornaldauniversidade/docs/ju_143_-_novembro_2011>. Acesso em: 14 jun. 2016.

FONSECA, O. M.; PINTO, S. P.; JURBERG, C. Mitos e constelações indígenas, confeccionando um planetário de mão. In: REUNIÓN DE LA RED DE POPULARIZACIÓN DE LA CIENCIA Y LA TECNOLOGÍA EN AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 10, 2007, Costa Rica. **Anais...** San José, Costa Rica, 2007. p. 1-8.

GONDIM, A. S. C.; MÓL, G. S. Saberes populares e ensino de Ciências: possibilidades para um trabalho interdisciplinar. **Química Nova na Escola**, n. 30, 2008.

HAGUETTE, T. M. F. **Metodologias Qualitativas na Sociologia**. 10. ed. Petrópolis: Vozes, 2005.

JAFELICE, L. C. (Coord.). Encontro de pesquisa A – Astronomia cultural. In: LEITE, C.; BRETONES, Paulo S. (Ed.). SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, II, São Paulo: 2012. **Anais...** São Paulo: IFUSP, 2013. Disponível em: <http://snea2012.vitis.uspnet.usp.br/sites/default/files/SNEA2012_EP_A_Astronomia%20Cultural.pdf>. Acesso em: 28 jun. 2016.

JAFELICE, L. C. Etnoconhecimentos: por que incluir crianças e jovens? Educação intercultural, memória e integração intergeracional em Carnaúba do Dantas. **Revistainter-legere**, n. 10, 2012.

JAFELICE, Luiz Carlos. Astronomia Cultural nos Ensinos Fundamental e Médio. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia (RELEA)**, n. 19, p. 57-92, 2015.

JALLES, C., SILVEIRA, M.; NADER, R. **Olhai pro céu, olhai pro chão: Astronomia, Arqueoastronomia: o que é isso?** Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2013.

JALLES, C.; NADER, R. V.; SILVEIRA, M. I. O livro paradidático “olhai pro céu, olhai pro chão: astronomia e arqueologia. arqueoastronomia: o que é isso?”, um exercício de popularização de trabalhos científicos interinstitucionais. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 14, 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 2014.

LIMA, F. P.; FAULHABER BARBOSA, P.; D’OLNE CAMPOS, M.; JAFELICE, L. C.; BORGES, L. C. Astronomia Indígena: relações céu-terra entre os indígenas no Brasil: distintos céus, diferentes olhares. In: MATSUURA, O. T. (Org.). **História da astronomia no Brasil (2013)**. v. 1, cap. 3. Recife: CEPE; SECTEC; Rio de Janeiro: MAST/MCTI, 2014. p. 87-130.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2010.

MARIUZZO, P. O céu como guia de conhecimentos e rituais indígenas. **Ciência e Cultura**, v. 64, n. 4, 2012

MENEZES, E. T.; SANTOS, T. H. Paradidáticos. In: **Dicionário Interativo da Educação Brasileira – Educa Brasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2002. Disponível em: <<http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=143>>. Acesso em: 2 mai. 2015.

NEVES, V. F. A. Pesquisa-ação e etnografia: caminhos cruzados. **Pesquisas e Práticas Psicossociais**, v. 1, n. 1, 2006.

PAVIANI, N. M. S.; FONTANA, N. M. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. **Conjectura**, v. 14, n. 2, 2009.

SILVA, D. B.; SILVA, F. A.; FAUSTINO, J. G.; SANTOS, N. I.; BEZERRA, M. E. B. Introdução da Etnoastronomia Tupi-Guarani no ensino sistematizado de Física. In: CONGRESSO NORTE NORDESTE DE PESQUISA E INOVAÇÃO, 7, 2012, Palmas (TO). **Anais...** Palmas (TO), 2014.

XONDARO, E. O. W.; WERÁ, R. G. O; ROSA, S. G.; ACOSTA, D.; MOREIRA, A.; POTY, V.; SILVA, F.; VITT, C. **Yvy ojevy ija ete pe: a terra que volta ao verdadeiro dono – Cultura e história de aldeias Guarani do Rio Grande do Sul**. AIMG/FUNAI: Palhoça (SC), 2014.

O CASO PLUTÃO E A NATUREZA DA CIÊNCIA

Vanessa Nóbrega de Albuquerque ¹

Cristina Leite ²

Resumo: Em 2006, Plutão, que até então era definido como “planeta”, teve sua classificação alterada para a nomenclatura “planeta anão”. Na época, esta mudança teve grande repercussão na mídia. Plutão voltou a ser notícia com a chegada da sonda New Horizons a Plutão em julho de 2015. Considerando que o entendimento sobre a complexidade que envolve a definição dos corpos celestes poderia auxiliar a percepção da ciência como empreendimento histórico, social, coletivo, não linear e não neutro, apresenta-se um levantamento histórico dos episódios que envolveram as várias definições de planeta, comentando as primeiras observações do céu realizadas por nossos antepassados, até chegar às resoluções que estabeleceram quais seriam os atributos de um “planeta”, definidas na 26^a Assembleia Geral da União Astronômica Internacional, reunião na qual decidiu-se pela reclassificação de Plutão. De modo a contribuir com subsídios para que se realizem discussões sobre a natureza da ciência, mediadas por temas da Astronomia, explicita-se quais características desse saber ficam evidentes ao estudar os episódios mencionados.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; Plutão; Astronomia.

EL CASO PLUTÓN Y LA NATURALEZA DE LA CIENCIA

Resumen: En 2006, Plutón hasta ese momento definido como "planeta" tuvo su clasificación alterada a "planeta enano". Este cambio causó un gran revuelo en los medios de comunicación. Plutón volvió a las noticias con la llegada de la sonda New Horizons a Plutón en julio de 2015. Teniendo en cuenta que la comprensión de la complejidad de la definición de los cuerpos celestes podría ayudar a la percepción de una ciencia histórica, colectiva, social, no lineal y no neutral, se presenta un estudio histórico de los episodios relacionados a los diversos ajustes para la definición de planeta, comentando las primeras observaciones del cielo hecha por nuestros antepasados, hasta llegar a consensos que definen cuáles son los atributos de un "planeta", que se establecieron en la 26^a Asamblea General de la Unión Astronómica Internacional, reunión en la que se decidió reclasificar a Plutón. Con el fin de dar una idea de cómo realizar discusiones sobre la naturaleza de la ciencia, involucrando cuestiones de la Astronomía, se muestra qué características de aquella son evidentes en el estudio de los episodios mencionados.

Palabras clave: Naturaleza de la Ciencia; Plutón; Astronomía.

THE PLUTO CASE AND THE NATURE OF SCIENCE

Abstract: Pluto had its classification changed in 2006, from planet to “dwarf planet”. This change had great impact in the media. Pluto returned to the news due to the arrival of New Horizons probe to Pluto in July 2015. Whereas the understanding of the complexity involved in the definition of celestial bodies could help us to show science as a historic, social, collective, non-linear and non-neutral process, it is presented a historical survey of the episodes involving the various definitions for planet, since the first observations of the sky made by our ancestors until the resolutions that defined which are the attributes of a "planet " made at the 26th General Assembly of the International Astronomical Union, meeting at which it was decided to reclassify Pluto. In order contribute to help perform discussions about the nature of

¹ Mestre em Ensino de Ciências do Programa de Pós-Graduação Interunidades em Ensino de Ciências - Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: <vanessa.n@usp.br>.

² Docente do Departamento de Física Experimental – Instituto de Física – Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil. E-mail: <crismilk@if.usp.br>.

science involving Astronomy themes, it is explained which features of scientific knowledge become evident during the study of the mentioned episodes.

Keywords: Nature of science; Pluto; Astronomy.

1 Introdução

A sonda New Horizons, após mais de 9 anos de viagem entre Terra e Plutão, chegou próximo a esse planeta anão e suas luas em 14 de julho de 2015. As imagens capturadas pela sonda têm auxiliado na compreensão das características de Plutão e abre um novo caminho para o entendimento do Cinturão de Kuiper (NORTON, 2015, GIPSON, 2015). Plutão tem sido notícia desde que sua categoria de planeta foi alterada para planeta anão na 26ª Assembleia Geral da União Astronômica Internacional (IAU) que ocorreu em 2006.

Considerando a contemporaneidade do tema, sua grande repercussão na mídia e a possibilidade de que os estudantes estejam participando destas mudanças, acompanhando as alterações dos livros didáticos, transitando entre as concepções antigas sobre o planeta e as novas imagens providas da recente categorização, propõe-se a mudança da classificação de Plutão como um potencial tema problematizador para se discutir a natureza da ciência.

O entendimento do fazer científico pode ajudar na formação de cidadãos capazes de compreender, avaliar e participar das decisões que envolvam o desenvolvimento e a aplicação deste conhecimento, considerando que as consequências destas decisões vão além de questões internas da ciência. (CHALMERS, 1994, CACHAPUZ et al., 2005). Tais decisões podem estar relacionadas, por exemplo, à conveniência e segurança das diversas intervenções tecnológicas, mecânicas e ambientais no mundo, ou aos efeitos adversos que a ciência possibilita, como danos ao meio ambiente ou até a aniquilação nuclear (CHALMERS, 1994).

Além disso, uma compreensão mais abrangente do fazer científico pode “contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as aulas de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam” (MATTHEWS, 1995, p. 165), auxiliando, portanto, na construção de uma relação mais significativa entre aluno-conhecimento (SANTILLI, 2000, CACHAPUZ et al., 2005, LOSS; MACHADO, 2005, WETPHAL; PINHEIRO; TEIXEIRA, 2005).

Ao falar-se em *ensino sobre a natureza da ciência*, é importante lembrar sobre a existência de sérios debates que manifestam discrepâncias na definição da natureza da atividade científica (ACEVEDO et al., 2005; PRAIA, GIL-PÉREZ, VILCHES, 2007; CACHAPUZ et al., 2005). Contudo, ainda que não exista consenso ao se apresentar tais características; acredita-se na importância de uma formação científica que permita um distanciamento de uma imagem simplista e deformada da natureza da ciência.

A esse respeito, Gil-Pérez et al. (2001) enumeraram algumas deformações que, em conjunto, expressam “uma imagem ingênua, profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico, mas que foi se consolidando até se tornar um estereótipo socialmente aceito, que a própria educação científica reforça ativa ou passivamente” (p. 129). A partir de um distanciamento de tais concepções, segundo

esses autores, seria possível promover uma imagem mais adequada do trabalho científico. Dentre as deformações, estariam uma visão empírico-indutivista, ateorica, rígida (algorítmica, exata, infalível), aproblemática e ahistórica (portanto, dogmática e fechada) da ciência, sendo exclusivamente analítica, que destaca a divisão parcelar dos estudos e se esquece dos esforços posteriores de unificação, além de uma visão acumulativa de crescimento linear, individualista, elitista e socialmente neutra da ciência.

Paula, Aguiar e Castro (2005) argumentam sobre a importância da discussão a respeito do processo de construção do conhecimento científico, além de se ensinar apenas os produtos desse conhecimento no ensino básico. Afirmam que para se alcançar este objetivo, é preciso delimitar quais são os aspectos da natureza da ciência a serem contemplados e qual compreensão se pretende alcançar em relação a eles.

Nessa perspectiva, realizou-se um estudo sobre a construção da definição de planeta ao longo da história, com o objetivo de explicitarem-se quais elementos da natureza da ciência podem ficar evidentes ao se estudar tais episódios. Espera-se que essa reflexão possa ajudar a promover um melhor entendimento sobre a construção do conhecimento científico.

2 Influência do contexto social e cultural nas primeiras observações do céu

As interações do homem com a natureza e as relações estabelecidas com ela ocorreram por vários motivos. Kneller (1980) e Zanetic (1995) conjecturam que, de um lado, estariam os mistérios e a paixão que envolveram as descobertas de um mundo novo e, de outro, a necessidade de se conhecer a natureza por uma questão de sobrevivência. Fares et al. (2004) citam que as observações do céu foram instigadas por estas mesmas motivações.

Diferentes civilizações, cada uma a sua maneira, teriam observado o céu para fins de localização (FARES et al., 2004), controle da passagem do tempo ou das condições climáticas (ZANETIC, 1995; WEINTRAUB, 2007; PAIXÃO, 2008), conhecimentos importantes para o desenvolvimento da agricultura ou retorno à casa após a caça, exemplos de atividades realizadas para a própria sobrevivência.

Conforme Martins (1990) e Weintraub (2007), ao observar o céu, o homem, desde a Antiguidade, já havia percebido algumas regularidades: o nascer e o pôr do Sol, as diferentes fases da Lua e o aparecimento dos asterismos. Esses foram mapeados de maneiras distintas pelas diferentes culturas:

Em lados opostos do mundo, os astrônomos maias e babilônicos, independentemente, organizaram e nomearam estes agrupamentos, principalmente utilizando imagens de animais. Os maias incluíram a cascavel, uma tartaruga, três pássaros, um sapo, um porco, um escorpião, um peixe-cobra, um bastão, um esqueleto, e uma jaguatirica, enquanto os babilônicos escolheram um carneiro, um touro, a figura de gêmeos, um caranguejo, um leão, uma virgem, uma balança, um escorpião, um arqueiro, uma cabra, um aquário, e um peixe. Os gregos passaram a chamar esse bando que habitava o céu de criaturas do zodíaco e as figuras imaginárias formadas de constelação do zodíaco. (WEINTRAUB, 2007, p.9, tradução nossa).

Afonso (2006) nos conta sobre alguns registros de asterismos nomeados por comunidades indígenas brasileiras. Os principais asterismos indígenas da etnia tupi-guarani, grupos encontrados em todas as partes do Brasil, foram localizados na Via Láctea. Conforme expõe o pesquisador, encontrou-se mais de 100 asterismos nomeados por estas tribos, que ao serem indagadas sobre quantos asterismos existem, afirmam que cada animal terrestre tem seu correspondente celeste em forma de asterismo.

A partir das descrições dos pesquisadores mencionados, pode-se inferir que, independentemente da forma como cada civilização registrou suas observações, todas buscavam utilizar essa organização e sistematização do conhecimento como meio para prever os fenômenos relacionados ao seu cotidiano. Os egípcios, por exemplo, conseguiram prever as cheias do rio Nilo, articulando fenômenos celestes e os do cotidiano, através de observações da posição da estrela Sirius (ZANETIC, 1995; PAIXÃO, 2008). Já os indígenas tupis-guaranis utilizavam e ainda utilizam observações das fases da Lua para escolher os períodos de caça, plantio e corte da madeira, além de associarem a Lua e as marés às estações do ano, conhecimento importante para a pesca artesanal (AFONSO, 2006).

Desta forma, percebe-se que no decorrer da história das constelações há o reflexo direto da busca humana pelo conhecimento do seu meio físico-natural, necessário à sua sobrevivência, sendo esta busca marcante em toda e qualquer organização social. Assim, da mesma forma que vimos os povos europeus mapeando o céu para resolverem seus problemas diários, vamos também visualizar isto em outros grupos étnicos (FARES et al., 2004, p. 82-83).

O estudo desses primeiros registros da observação do céu leva-nos à discussão sobre a primeira definição para planeta: “as estrelas errantes”. Conforme Weintraub (2007) e Martins (1990), já na Antiguidade, nossos antepassados perceberam, enquanto faziam as observações do movimento do céu, que havia pontos de luz, parecidos com as estrelas fixas, que se moviam entre essas estrelas. Hoje, sabemos que se tratava da observação de alguns planetas: Mercúrio, Vênus, Marte, Júpiter e Saturno (TANCREDI, 2007; MELLO, 2010). Na época, eles foram chamados de “estrelas errantes”, uma primeira definição para planeta. Conforme nos apontam Zanetic (1995) e Martins (1990), os astrônomos observaram que os movimentos dos planetas não parecia circular nem uniforme visto da Terra, ao contrário dos movimentos das estrelas.

Em seu lento movimento em relação à esfera de estrelas, os planetas, em certos pontos, invertem o sentido de seu movimento (“retrogressão”), depois retornam o movimento normal (“direto”). (MARTINS, 1990, p. 46).

Martins (1990) relata que alguns problemas se apresentavam na Antiguidade: Como descrever matematicamente esses movimentos? Como prever a posição dos planetas? Como explicar esses movimentos irregulares?

Para compreender como tais questões foram resolvidas, apresentam-se a seguir algumas informações sobre os modelos de universo de Aristóteles a Copérnico, utilizados para descrever o céu daqueles tempos.

3 De Aristóteles a Copérnico

Aristóteles assumia que os corpos celestes eram perfeitos e, portanto, descreviam movimentos circulares, já que os gregos consideravam o círculo a forma bidimensional mais perfeita (WEINTRAUB, 2007). Também haveria a crença que esses corpos celestes giravam em torno de uma Terra imóvel (MARTINS, 1990; ZANETIC, 1995), considerada o centro do universo (MARTINS, 1990; TANCREDI, 2007).

Nos séculos seguintes, segundo Weintraub (2007), muitos astrônomos, como Aristarco, Hiparco e Ptolomeu, construíram modelos matemáticos para a versão geocêntrica do universo, que teriam permitido, aliados aos outros estudos e observações, previsões cada vez mais precisas dos movimentos dos corpos celestes. No entanto, o modelo geocêntrico não conseguiu resolver uma série de questões, tal como oferecer uma explicação convincente sobre o movimento retrógrado dos planetas ou explicar a ordem de afastamento dos planetas em relação ao Sol (ZANETIC, 1995). Mas, utilizando-se de diferentes artifícios geométricos para tentar driblar tais dificuldades, essa visão de mundo se estendeu por mais de um milênio e meio (ZANETIC, 1995; WEINTRAUB, 2007).

Essa concepção teria se fortificado não só pelo sucesso de algumas previsões baseadas nos modelos matemáticos do universo geocêntrico, destacando-se o construído por Ptolomeu, um trabalho que sintetizou a astronomia grega daquele período (ZANETIC, 1995), mas também, porque os valores do modelo geocêntrico iam ao encontro das crenças do cristianismo (WEINTRAUB, 2007).

Nesse contexto, Copérnico, em torno de 1510, teria redigido sua primeira apresentação pública do seu sistema heliocêntrico, o *Commentariolus*, no qual apresentou sete exigências ou axiomas revolucionários (MARTINS, 1990; ZANETIC, 1995). Nesses afirmou que a Terra é apenas o centro da órbita da Lua e não o centro do mundo, que está perto do Sol, pois os astros giram em torno dele. Além de que o movimento aparente do Sol ou do céu é resultado do movimento da Terra, que também explica muitas das irregularidades aparentes no céu (COPÉRNICO, 1990).

A contribuição de Copérnico em explicar as observações do céu a partir de uma Terra em movimento e elaborar uma matemática detalhada para tais observações conseguiu resolver várias questões, como por exemplo, comparar os tamanhos das órbitas planetárias, reinterpretando dados de observações antigas, e utilizando cálculos envolvendo um triângulo retângulo (MARTINS, 1990). Veja a Figura 1 a seguir.

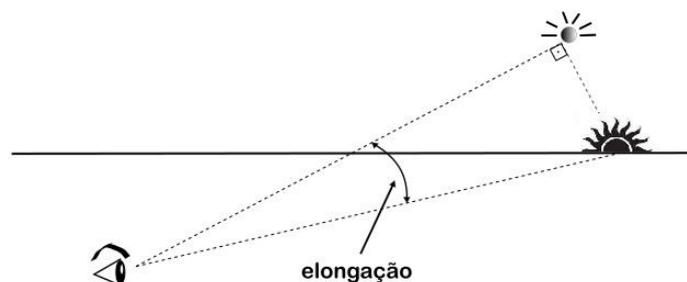


Figura 1 - Representação da elongação de um planeta.

Conforme o planeta se aproxima do Sol, temos um ângulo menor, se o planeta se afasta do Sol, medimos um ângulo maior. Estas medidas angulares da distância do planeta ao Sol são chamadas elongações. A máxima elongação é obtida quando o planeta está na posição mais afastada do Sol. Copérnico percebeu que na máxima elongação, o ângulo entre Terra-planeta-Sol é de 90° . Assim, obtêm-se um triângulo retângulo em que os vértices são Terra, o planeta e Sol. A distância entre a Terra e o Sol corresponde à hipotenusa deste triângulo. E a distância entre o planeta e o Sol é o cateto oposto ao ângulo de elongação máxima. Se temos o valor do ângulo de elongação máxima, obtemos a relação entre as distâncias planeta-Sol e Terra-Sol a partir do seno do ângulo de máxima elongação, permitindo a determinação das órbitas planetárias dos planetas internos à órbita da Terra (CANIATO, 2011; OLIVEIRA FILHO e SARAIVA, 2012).

Apesar do trabalho extenso desenvolvido por Copérnico, muitas argumentações, discussões e trabalhos foram feitos por outros pensadores, inclusive após a sua morte, para que suas ideias viessem a suplantam o sistema aristotélico-ptolomaico.

Entre essas contribuições, pode-se citar novos fatos observacionais possibilitados pelo advento do “telescópio”, tais como a observação de luas em Júpiter e crateras na Lua por Galileu Galilei, que teriam ajudado a romper com a visão que se tinha anteriormente de que o mundo celeste seria totalmente diferente o mundo terrestre. Além disso, há a proposição da teoria da Gravitação Universal elaborada por Newton, que ajudou a explicar os movimentos dos planetas, dos cometas e dos satélites conhecidos e a consolidar, à época, a ideia do Sol no centro do universo.

A vitória da revolução copernicana, de qualquer forma, só ocorreu após a articulação do paradigma de Copérnico realizada por figuras do porte de Giordano Bruno, Galileu, Kepler, Isaac Newton e muitos outros que, dos mais diferentes modos deram consistência a ideias e conceitos ainda frágeis, forjaram uma nova metodologia, resolveram problemas velhos e novos, enfim, começaram a construção de um mundo novo (ZANETIC, 1995, p. 67).

Esses episódios, sobre a transição do modelo geocêntrico para o heliocêntrico, trazem alguns elementos que podem mediar um retorno à discussão sobre a natureza da ciência. Pode-se destacar, por exemplo, que esse processo não foi linear e obra de gênios isolados, mas que envolveu a contribuição de inúmeros cientistas ao longo da história.

Muito mais haveria a dizer sobre este fantástico episódio da história da física. Porém, uma das lições que devemos reter do que acima foi apresentado é que a construção do conhecimento não percorre trajetórias suaves, lineares e sem choques e contradições (ZANETIC, 1995, p.65).

4 O encontro de mais objetos no céu

A descoberta de um novo planeta além daqueles vistos a olho nu, ocorreu um pouco mais de um século após a proposta da lei gravitacional de Newton. Segundo

Weintraub (2007) e Tancredi (2007), ocorreu em 1781, com a observação de Urano pelo astrônomo Willian Herschel. A princípio, ele acreditou que teria descoberto um novo cometa, mas após novas observações e medições realizadas por outros cientistas, Urano foi declarado planeta.

Aproximadamente 20 anos mais tarde, em 1801, o astrônomo Giuseppe Piazzi observou Ceres, localizado entre Marte e Júpiter. A princípio, Ceres foi considerado planeta, no entanto, quando outros corpos celestes similares a Ceres foram encontrados na mesma região, o astrônomo Herschel sugeriu uma nova nomenclatura para estes objetos: asteroides (WEINTRAUB, 2007; TANCREDI, 2007; MELLO, 2010). Porém, muitos astrônomos discordaram dessa proposta, pois consideravam que estes novos objetos eram planetas (WEINTRAUB; 2007). Mas, com o aumento do número de corpos celestes encontrados nessa região, os anuários astronômicos, pouco a pouco, passaram a utilizar a nova denominação proposta por Herschel (MELLO, 2010). Weintraub (2007) afirma que a descoberta de Netuno, em 1846, também pode ter influenciado a aceitação da nova nomenclatura.

Netuno foi localizado a partir de previsões baseadas na análise dinâmica da órbita de Urano. Para este estudo do movimento dos corpos celestes, a teoria da Gravitação Universal elaborada por Newton era utilizada. Esta afirma que quaisquer dois corpos atraem um ao outro com uma força inversamente proporcional ao quadrado da distância entre eles e pode ser expressa matematicamente da seguinte maneira:

$$F_g = \frac{G.M.m}{d^2}$$

Nessa relação matemática, M é a massa de um corpo, m é a massa do outro corpo, d é a distância entre os corpos, medidas a partir de seus centros, e G é uma constante que vale $6,67 \cdot 10^{-11} \text{ Nm}^2/\text{kg}^2$.

Dessa forma, já se sabia que as trajetórias dos corpos celestes são influenciadas por forças de atração existentes entre eles e os demais corpos celestes ao seu redor. Assim, considerando a influência relevante da atração gravitacional do Sol e das demais forças de atração dos corpos celeste no entorno, foram feitas previsões da trajetória de Urano. Contudo, uma série de irregularidades foi observada em sua órbita, quando comparada às previsões teóricas realizadas. Isto levou os matemáticos, físicos e astrônomos a acreditarem que a diferença entre a posição observada e a prevista ocorria porque não se levava em consideração, nos cálculos teóricos, uma possível perturbação gravitacional na órbita de Urano, causada pela existência de um eventual candidato a planeta. Muitos astrônomos, então, realizaram novas previsões considerando a existência e possível localização desse novo astro, até que Johanm Gottfried Galle o observou pela primeira vez, localizado a menos de um grau da posição prevista pelos cálculos teóricos do astrônomo francês Urbain Le Verrier (WENTRAUB, 2007; TANCREDI, 2007).

Após a observação de Netuno, muitos astrônomos se animaram pela busca de novos planetas, através da análise da órbita de Netuno (WEINTRAUB, 2007). Iniciou-se uma nova caçada ao Planeta X.

A análise dos episódios envolvendo a descoberta de novos planetas no céu, além daqueles já observados a olho nu, revela a ciência como um empreendimento histórico e coletivo. A observação de Urano e Netuno só foi possível graças aos avanços dos telescópios, que permitiram observar corpos celestes mais distantes, e ao trabalho colaborativo de muitos astrônomos que, por séculos, registraram observações dos movimentos dos corpos celestes e, a partir destes dados, construíram teorias que permitiram prever as trajetórias dos planetas.

5 Em busca do Planeta X

Segundo Stern e Mitton (1998) e Weintraub (2007), Percival Lowell foi um dos personagens que se destacou na busca pelo Planeta X, além do astrônomo William H. Pickering que, independentemente, fizeram várias previsões da possível localização do planeta. No entanto, Lowell teria sofrido um derrame cerebral e falecido em novembro de 1916 sem localizar Plutão (STERN e MITTON, 1998), enquanto Pickering continuou as buscas também sem sucesso (WEINTRAUB, 2007). Contudo, conforme Stern e Mitton (1998), os assistentes de Lowell, dirigidos por Vesto M. Slipher, teriam continuado as pesquisas por ele iniciadas.

Stern e Mitton (1998) nos contam que em 1925, em prol da busca pelo Planeta X, obsessão de Percival, um familiar dele contribuiu financeiramente para a compra de um novo telescópio para o Observatório Lowell. Com isso, o diretor Slipher, em 1928, próximo à chegada do novo telescópio, contratou um novo técnico para auxiliar nas pesquisas, Clyde Tombaugh, que observou Plutão pela primeira vez em 1930. (STERN e MITTON, 1998; WEINTRAUB, 2007; TANCREDI, 2007; MELLO, 2010)

A procura pelo Planeta X por longas décadas foi impelida por duas motivações – uma científica e outra mais instintiva. Primeiro, a existência de numerosas evidências observacionais no começo daquele século de que algum objeto invisível estava arrastando Urano e Netuno, causando-lhes um curso no céu diferente das previsões. Segundo, havia uma atração intrínseca – a atração de se encontrar um novo mundo, de se fazer uma marca nos anais imortais de descobertas, inspirados no velho moinho de Quixote. (STERN e MITTON, 1998, p.9, tradução nossa).

6 Plutão: mais um planeta no céu?

A categoria planeta para Plutão sempre foi questionada porque Plutão não tinha as propriedades esperadas para o Planeta X. Se um corpo celeste é tão pequeno que seu tamanho não pode ser medido pelo método angular, como era o caso de Plutão, os astrônomos/cientistas podem medir a quantidade de luz recebida deste objeto, inferir a composição do corpo celeste, o quanto sua superfície reflete de luz e estimar o seu tamanho. Desta forma, astrônomos estimaram o tamanho físico de Plutão. Segundo Weintraub (2007), as estimativas da massa de Plutão foram menores do que o previsto teoricamente por Lowell e Pickering. Tancredi (2007) afirma que além da pequena dimensão de Plutão, a inclinação de sua órbita, muito maior em relação ao plano onde

se encontram os demais planetas, também eram motivos para colocarem a classificação atribuída a este corpo celeste em dúvida.

Em 1978, James Christy, verificou que Plutão tinha uma lua, Caronte. Essa descoberta permitiu obterem-se dados mais precisos sobre as dimensões deste planeta anão, através de um método de medida chamado Ocultação. Esse fenômeno ocorre quando um corpo celeste passa na frente de outro, bloqueando ou ocultando a luz deste de nossa visão. Conhecendo-se a velocidade do objeto em movimento, obtêm-se seu diâmetro medindo-se o intervalo de tempo entre o início e o término da ocultação. Percebe-se o início e final do fenômeno observando a variação da quantidade de luz recebida na Terra dos corpos celestes envolvidos. O diâmetro corresponde à distância percorrida no intervalo de tempo medido (STROBEL, 2012). Mello (2010) relata que o estudo do movimento de Caronte permitiu a percepção de que Plutão seria maior que asteroides, mas menor que a nossa Lua. Em 1999, teria ocorrido uma primeira tentativa de mudar o status de Plutão, sem sucesso, pois julgou-se que a manutenção da classificação não prejudicava ninguém e evitava confusão entre os estudantes e professores de todo mundo (MELLO, 2010).

No entanto, desde 1992, um número cada vez maior de corpos celestes foi localizado além do planeta Netuno, região conhecida como Cinturão de Kuiper, com órbitas muito similares a de Plutão. Em 2005, Éris foi localizado, um objeto da região do Cinturão de Kuiper, com diâmetro maior do que o de Plutão. E, conforme ressalta Mello (2010), a história de Ceres se repetiu: ou Plutão tornava-se um dos maiores asteroides da região do Cinturão de Kuiper ou Ceres e Éris também deveriam ser considerados planetas.

Para pensar nessas questões, Tancredi (2007) relata que a União Astronômica Internacional (IAU) formou uma comissão que elaborou uma proposta com critérios que caracterizariam um planeta, apresentada e aceita na 26ª Assembleia Geral da IAU, ocorrida em agosto de 2006 (UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL, 2006).

7 A reunião da União Astronômica Internacional (IAU)

De três em três anos, é promovida uma Assembleia Geral que inclui reunião de cunho administrativo e um programa científico. A 26ª Assembleia Geral da IAU ocorreu em 2006, e, entre várias discussões, foram decididas seis resoluções, duas delas nos ajudam a entender a nova categoria de Plutão: Resolução 5: Definição de planeta e Resolução 6: Definição dos objetos da classe de Plutão. (UNIÃO ASTRONÔMICA INTERNACIONAL, 2006)

Os membros da IAU na Assembléia Geral de 2006 concordaram que um planeta é definido como um corpo celeste que (a) está em órbita ao redor do Sol, (b) tem massa suficiente para que sua auto-gravidade supere as forças de corpo rígido de modo que ele assume uma forma de acordo com o equilíbrio hidrostático (aproximadamente redondo), e (c) limpe a vizinhança em torno de sua órbita.

Um planeta anão é um corpo celeste que (a) está em órbita ao redor do Sol, (b) tem massa suficiente para que sua auto-gravidade supere as forças de corpo rígido de modo que ele assume uma forma de acordo com o equilíbrio hidrostático (aproximadamente redondo), (c) não

limpou claramente a vizinhança em torno de sua órbita, e (d) não é um satélite.

Isto significa que o Sistema Solar consiste de oito “planetas” Mercúrio, Vênus, Terra, Marte, Júpiter, Saturno, Urano e Netuno. Uma nova categoria de objetos chamada “planeta anão” também foi decidida. (...) Os primeiros membros da categoria ‘planeta anão’ são Ceres, Plutão e Eris (UNIÃO ASTRONOMICA INTERNACIONAL, 2006, tradução nossa).

Contudo, a discussão sobre a definição de planeta ainda não acabou. Montes e Costa (2006), ao compilarem as informações do boletim informativo da Astronomia On-line, enumeram uma série de críticas que Alan Stern, pesquisador que chefia a missão New Horizons da NASA com destino a Plutão, apresentou para a nova definição de planeta.

Ele diz que apenas quatro dos oito planetas mencionados na definição da IAU na realidade se encaixam nos critérios da definição - a Terra, Marte, Júpiter e Netuno, não. Isto é devido à definição estipular que para ser um planeta, um objeto tem que ter "limpo" a vizinhança em torno da sua órbita. Mas os arredores orbitais da Terra estão cheios de milhares de asteróides, diz Stern. (...) Stern é também crítico do fato de apenas os astrônomos presentes poderem votar, que ocorreu no fim da assembleia de duas semanas. Não foi permitido o voto por e-mail na decisão - foi um levantar de mãos - e isso significa que menos de 5% dos quase 9.000 membros da IAU realmente votaram. (MONTES e COSTA, 2006).

Apesar de discussões desta natureza, Mello (2010) afirma que seria conveniente acatar a orientação representada pela resolução aprovada pela IAU para que um padrão comum pudesse ser adotado pelos livros didáticos e ensinado aos mais jovens.

Contudo, o estudo destas divergências da comunidade científica em relação a classificação de Plutão se torna interessante, uma vez que se opõe a uma visão dogmática da ciência. Além disso, a análise destes episódios revela as interferências sociológicas nas decisões científicas, visto que uma das preocupações dos astrônomos ao longo deste processo foi a repercussão que a mudança de categoria de Plutão teria para o ensino de ciências.

A chegada da sonda New Horizons a Plutão em julho de 2015 permitiu obter imagens capturadas a pouca distância do mesmo. Estas têm possibilitado descobertas incríveis, pois a literatura científica até então se baseava em observações de Plutão realizadas da órbita da Terra (NORTHON, 2015; GIPSON, 2015).

Para entendermos e acompanharmos as futuras decisões envolvendo a organização do conhecimento sobre o céu, cabe a nós compreendermos esta história e acompanharmos os próximos acontecimentos.

8 O caso Plutão e a natureza da ciência

Os episódios que envolveram a “definição” para planeta ao longo da história evidenciam algumas características da natureza da ciência.

As mobilizações e divergências deflagradas para se resolver e formalizar quais são os atributos de um planeta, acaloradas com a descoberta de Éris, mostram, por exemplo, que não existe consenso entre os membros da comunidade científica sobre algumas de suas resoluções e que este saber está em processo de construção, uma visão que se opõe a uma possível concepção dogmática e fechada da ciência.

A isto se pode acrescentar o fato de que uma primeira tentativa de mudar o status de Plutão teria ocorrido em 1999, sem sucesso, baseada no julgamento de que mantê-lo como planeta não prejudicava ninguém e evitava confusão entre estudantes e professores de todo o mundo (MELLO, 2010). Esse episódio ilustra como fatores culturais e sociais podem influenciar a organização do conhecimento científico.

As várias mudanças das categorias de alguns dos corpos celestes de acordo com o modelo de universo, geocêntrico ou heliocêntrico, exemplificam o caráter transitório e temporário do conhecimento científico, tal como os casos de Ceres e Plutão, que tiveram sua classificação alterada em consequência das implicações decorrentes de descobertas de asteroides ao seu redor.

Além desses, os eventos que envolveram a descoberta de novos corpos celestes evidenciam a natureza cooperativa do trabalho científico. A importância das contribuições de Percival Lowell e William H. Pickering para a descoberta de Plutão ilustra esse fato. Esta percepção pode favorecer uma visão menos individualista e elitista da ciência, evitando-se a crença de uma ciência construída por gênios isolados.

9 Conclusões

O relato histórico apresentado neste artigo, articulado às características do fazer científico, indica o potencial do uso desses episódios para se promover um maior entendimento sobre a natureza da ciência.

Uma proposta didática que discuta alguns episódios da história da descoberta e classificação dos planetas do Sistema Solar, sobre métodos de determinação de distância, diâmetro e massa dos planetas, além de problematizar a definição de planeta e a reclassificação de Plutão, pode ajudar aos alunos na compreensão não apenas da própria história da ciência, como também de alguns aspectos oriundos da sua evolução.

Espera-se que a discussão apresentada tenha contribuído com elementos para uma reflexão sobre o caráter dinâmico e transitório do conhecimento científico. Desta forma, a expectativa é ter auxiliado e somado aos estudos de outros pesquisadores, que buscam promover um melhor entendimento sobre a natureza da ciência e uma postura mais questionadora frente este saber.

Agradecimentos

À CAPES pelo apoio financeiro.

Referências

- ACEVEDO, J.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J.; MANASSERO, M. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a natureza da ciência no ensino de ciências. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 2005.
- AFONSO, G. Mitos e Estações no céu Tupi-Guarani. **Scientific American Brasil**, edição 45, fev. 2006. Disponível em: <http://www2.uol.com.br/sciam/reportagens/mitos_e_estacees_no_ceu_tupi-guarani.html> Acesso em: 15 set. 2010.
- CACHAPUZ, A.; GIL-PÉRZ, D., CARVALHO, A. M. P.; PRAIA, J.; AMPARO, V. **A necessária renovação no ensino das ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.
- CANIATO, R. **O céu**. São Paulo: Átomo, 2011.
- CHALMERS, A. **A fabricação da ciência**. São Paulo: UNESP, 1994.
- COPÉRNICO, N. **Commentariolus**: Pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes/ Introdução, tradução e notas de Roberto de Andrade Martins – São Paulo: Livraria da Física, 1990.
- FARES, E.; MARTINS, K.; ARAUJO, L.; SAUMA FILHO, M. O universo das sociedades numa perspectiva relativa: exercícios de etnomastronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 1, p. 77-85, 2004.
- GIL-PEREZ, D.; MONTORO, I.; ALÍZ, J.; CACHAPUZ, A.; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência e Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.
- GIPSON, L. **New Horizons Discovers Flowing Ices on Pluto**. NASA, 2015. Disponível em: <<http://www.nasa.gov/feature/new-horizons-discovers-flowing-ices-on-pluto>>. Acesso em: 4 out, 2015.
- KNELLER, G. **A ciência como atividade humana**. Trad. Antônio José de Souza. Rio de Janeiro: Zahar; São Paulo: USP, 1980.
- LOSS, L.; MACHADO, M. Pressupostos teóricos e metodológicos da disciplina de Física: experiências didáticas – Em: Atas do XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física - XVISNEF. Rio de Janeiro, 2005.
- MARTINS, R. **Introdução Geral ao Commentariolus de Nicolau Copérnico**. In: COPÉRNICO, N. **Commentariolus**: Pequeno comentário de Nicolau Copérnico sobre suas próprias hipóteses acerca dos movimentos celestes/ Introdução, tradução e notas de Roberto de Andrade Martins – São Paulo: Livraria da Física, 1990.
- MATTHEWS, M. **História, Filosofia e Ensino de Ciências**: A tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MELLO, S. **A nova definição de planeta**. IAG-USP, 2010. Disponível em: <<http://www.astro.iag.usp.br/~dinamica/iau-planeta.html>>. Acesso em: 2 set. 2010.

MONTES, M.; COSTA, A (Org.). Nova definição de planeta sob fogo cerrado. **Astronomia On-line**, n. 259, 2006. Disponível em: <http://www.ccvalg.pt/astronomia/newsletter/n_259/n_259.htm> Acesso em: 16 set. 2010.

NORTHON, K. **NASA's New Horizons Spacecraft Nears Historic July 14 Encounter with Pluto**. NASA, 2015. Disponível em: <<https://www.nasa.gov/press/2015/april/nasa-s-new-horizons-spacecraft-nears-historic-july-14-encounter-with-pluto>>. Acesso em: 4 out. 2015.

OLIVEIRA FILHO, K., SARAIVA, M. **Astronomia e Astrofísica**. Porto Alegre: UFRGS, 2003.

PAIXÃO, F. **Porque inventaram o calendário**. Incubadora virtual, 2008. Disponível em: <<http://calendario.iv.org.br/portal/textos/professor/ptexto02>>. Acesso em: 15 set. 2010.

PAULA, H.; AGUIAR JR, O.; CASTRO, R. Ensinar e aprender sobre a natureza das ciências: propostas de intervenção em sala de aula – Em: ATAS DO XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – XVI SNEF. Rio de Janeiro, 2005.

PRAIA, J.; GIL-PÉREZ, D.; VILCHES, A. O papel da natureza da ciência na educação para a cidadania. **Ciência e Educação**, v. 13, n. 2, p. 141-156, 2007.

SANTILLI, H. El método en Ciencias su influencia en la enseñanza y en el aprendizaje – Em: ATAS DO VII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA – VII EPEF. Florianópolis, 2000.

STERN, A.; MITTON, J. **Pluto and Charon: Ice Words on the Ragged Edge of the Solar System**. Estados Unidos: John Wiley & Sons, INC, 1998.

STROBEL, N. **Determining Planet Properties**. Astronomy Notes. Disponível em: <<http://www.astronomynotes.com/solarsys/s2.htm>>. Acesso em: 28 abril, 2012.

TANCREDI, G. De 9 a 12 y finalmente 8: ¿cuántos planetas hay alrededor del Sol? **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia - RELEA**, n. 4, p. 69-77, 2007.

UNIAO ASTRONOMICA INTERNACIONAL. **IAU 2006: General Assembly: Result of the IAU Resolution votes**. Praga, 2006. Disponível em: <http://www.iau.org/public_press/news/detail/iau0603>. Acesso em: 2 set, 2010.

WEINTRAUB, D. **Is Pluto a planet?: a historical journey through the solar system**. Estados Unidos: Princeton University, 2007.

WETPHAL, M.; PINHEIRO, T.; TEIXEIRA, C. PCN-EM: Contextualização ou recontextualização - Em: ATAS DO XVI SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA – XVI SNEF. Rio de Janeiro, 2005.

ZANETIC, J. **FEP 156 Gravitação/Notas de aula para 1995**. São Paulo: IFUSP, 1995.

EVALUACIÓN DE LA TRANSFERENCIA DE LA FORMACIÓN PERMANENTE: ANÁLISIS DE UNA EXPERIENCIA DE TALLERES SOBRE ASTRONOMÍA

*Elena Cano*¹
*Jaime Fabregat*²
*Rosa M. Ros*³

Resumen: En el marco de un proyecto europeo para acercar la astronomía a los niños, se desarrollaron varias acciones de formación permanente del profesorado, entre ellas algunos talleres con docentes de diversas etapas del sistema educativo. Este artículo presenta el proceso que se llevó a cabo para evaluar dicha formación, junto con sus resultados, referidos tanto a la satisfacción como a los aprendizajes y a la transferencia realizada en el aula por parte de los asistentes. Se perfilan las barreras halladas en la transferencia de la formación, algunas de ellas vinculadas a la modalidad formativa escogida y otras derivadas de factores personales y de condiciones institucionales. Finalmente, se apuntan algunos lineamientos para la mejora en el futuro de la transferencia de la formación científica en el aula.

Palabras clave: Astronomía; Evaluación; Formación; Transferencia.

AVALIAÇÃO DA TRANSFERÊNCIA DA FORMAÇÃO PERMANENTE: ANÁLISE DE UMA EXPERIÊNCIA DE OFICINAS DE ASTRONOMIA

Resumo: Dentro do marco de um projeto europeu para aproximar a astronomia das crianças, foram desenvolvidas várias ações de formação permanente de professores, incluindo algumas oficinas com docentes de diversas fases do sistema de ensino. Este artigo apresenta o processo que foi conduzido para avaliar essa formação, juntamente com os seus resultados, que se referem tanto à satisfação, como às aprendizagens e à transferência realizada em sala de aula por parte dos participantes. São mencionadas as barreiras encontradas na transferência da formação, algumas delas ligadas à modalidade formativa escolhida e outras derivadas de fatores pessoais e de condições institucionais. Finalmente, são apontadas algumas diretrizes para a melhoria futura da transferência da formação científica na sala de aula.

Palavras-chave: Astronomia; Avaliação; Formação; Transferência.

EVALUATION OF THE TRANSFER OF PERMANENT FORMATION: ANALYSIS OF AN EXPERIENCE OF WORKSHOPS ON ASTRONOMY

Abstract: In the framework of a European project to bring astronomy near to children, several permanent teachers training activities were developed. These actions included workshops with teachers from various stages of the educational system. This paper presents the process and results of the evaluation of that training program. It intends to assess the satisfaction of the participants, as well as their learning and their later transfer of formation to the classroom. Barriers encountered in the transfer of formation, some of them linked to the type of training method chosen and other factors derived from personal and institutional conditions, are outlined. Finally, some guidelines for improving the transfer of scientific formation to the classroom in the future are pointed out.

Keywords: Astronomy; Evaluation; Training; Transfer.

¹ Universidad de Barcelona, UB, Barcelona, Espanha. E-mail: <ecano@ub.edu>.

² Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Espanha. E-mail: <jaime.fillet@gmail.com>.

³ Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona, Espanha. E-mail: <rosamariaros27@gmail.com>.

1 Introducción

La astronomía es, sin duda, una ciencia necesaria para entender el mundo. De hecho, desde sus inicios ha estado ligada a muchas otras disciplinas, como la filosofía o la física, en un claro intento de explicar el origen del universo y de explicar, y también predecir, el movimiento de los cuerpos celestes. Por ello parece natural proponer proyectos centrados en la astronomía para desarrollar saberes interdisciplinares y promover competencias no sólo científicas sino también ciudadanas. Para ello el proyecto ha ofrecido actividades formativas para maestros, profesores y monitores con el fin de que introduzcan la astronomía y otros temas científicos en sus propuestas educativas y desarrollen metodologías interdisciplinares e innovadoras. Estas actividades han sido evaluadas con una propuesta ad hoc, lo cual es el objeto del presente artículo.

2 Características de la enseñanza de la astronomía

Uno de los desafíos de ahora y siempre es el de continuar profundizando en las características de una actividad científica escolar que ayude a los jóvenes a apropiarse del conocimiento científico generado a lo largo de la historia de la ciencia, a ser capaces de generar nuevo conocimiento y a disfrutar haciéndolo (SANMARTÍ, 2008).

Desde las épocas más remotas el ser humano ha mirado el cielo y se ha formulado preguntas acerca de dónde está, de dónde viene y a dónde va. También desde el origen de los tiempos la astronomía ha servido para saber cuándo nuestros antepasados debían cosechar, cuando parirían los animales y cómo se podían orientar en sus desplazamientos. Toda esta información que encontraban en el firmamento estudiando el movimiento de los cuerpos celestes muestra una de las características más específicas de la astronomía, la predicción de fenómenos, sean de aplicación para la vida cotidiana (como los citados en agricultura y ganadería), sean vinculados directamente a los propios astros observados (sus movimientos, su aspecto visible...), lo cual origina un evidente interés. De hecho, diversos autores coinciden en que la astronomía interesa a los estudiantes (TORRES-PEIMBERT, 2013) y les lleva considerar el estudio de carreras de ciencias y/o ingeniería (HEMENWAY y PRESTON, 2001; MADSEN, 2005; JUSTI, 2006).

La astronomía es una rama científica con unas particularidades que sin duda dan lugar a unas características que favorecen su enseñanza y aprendizaje:

- Uso de bonitas imágenes que hacen más fácil un primer contacto. Dichas imágenes ofrecen una aproximación desde la perspectiva de la belleza visual y además, en muchas ocasiones, permiten explicar y relacionar de forma didáctica importantes conceptos, lo que en otras ramas científicas puede resultar difícilmente viable. Por ello los materiales incorporan fotografías e ilustraciones creativas, reconociendo la importancia de la comprensión del texto escrito por parte del lector (CAMPANARIO y OTERO, 2000; PERALES y JIMÉNEZ, 2002), pero indagando de un modo global en las posibilidades didácticas de la dimensión icónica.
- Interdisciplinariedad: con los ejemplos relativos al estudio de la astronomía se puede llegar a las demás ramas de la ciencia. De hecho está en los inicios de las

diferentes ciencias y esto permite instruir a los estudiantes en los rudimentos de ellas usando caminos sencillos, que se pueden reproducir en una escuela con pocos medios, en una situación análoga a la que tenían los antiguos astrónomos pioneros en muchos de los diferentes campos por donde ha discurrido después la ciencia (ROS, 2005).

- En 1986 se publicó un trabajo titulado “Science Education and Philosophy of Science: Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development” (DUSCHL 1985). En él se daba cuenta de que la evolución de la enseñanza de las ciencias estaba enormemente separada de las disciplinas de historia y filosofía de la ciencia. No obstante en los últimos decenios ha habido un acercamiento significativo entre estos campos. No se trata tanto de la inclusión de HFC (Historia y Filosofía de la Ciencia) como un ítem más de los contenidos, sino más bien la incorporación general de temas de HFC a las expectativas de los contenidos y enseñanzas de los currículos. (MATTHEWS, 1994). La historia de la astronomía es un constituyente básico y clave dentro de la historia de la ciencia.
- Interés permanente de la humanidad por saber más sobre el firmamento y el origen del mundo. El comportamiento de los astros además es punto de origen de casi todas las otras ramas de las ciencias y posee muchas conexiones con ellas; usa la observación como fuente para descubrir y reflexionar.
- Uno de sus pilares, por más que no el único, es la observación, con lo que puede contribuir a desarrollar en los estudiantes la capacidad de abrir los ojos prestando atención de forma rigurosa y documentada. De hecho, las observaciones simples son el aspecto más relevante para los estudiantes al aproximarse a la astronomía (PERCY, 2013). Por este motivo, todos los centros docentes tienen un laboratorio de astronomía: el patio del colegio. La enseñanza de la astronomía lleva a repensar los espacios escolares a la luz de las actividades que se quiere hacer en ellos, obrando para que el espacio trabaje en la misma dirección que el proyecto que se pretende realizar (FERRO, 2014). La astronomía admite, posibilita y favorece educar a partir de ubicaciones en entornos próximos y cotidianos.
- Se tienen listados de observaciones (algunas no muy precisas) realizadas a lo largo de unos cientos de años, pero en astronomía donde se estudian aspectos relativos a miles de millones de años, unos pocos centenares de años de observación constituyen una información muy escasa (STAVINSCHI, 2013). Por ese motivo se trabaja en muchas ocasiones realizando simulaciones y manejando modelos (MACINTYRE, 2005) que deberán ser contrastados con la realidad a través, en particular, de la observación. Así se consigue llegar a tener acceso al conocimiento teórico a través de las actividades prácticas (GERBALDI, 2005). Trabajar con modelos que permitan explicar observaciones es muy interesante en la escuela: promueve el razonamiento, la prueba de hipótesis, la discusión en grupo, el trabajo en equipo, e incluso la investigación científica a una escala oportuna.
- Cabe también construir simples instrumentos de observación, lo que además permite comprender el concepto que subyace en este instrumento, e incluso

preparar artilugios más complejos que permitan observar con más precisión (ROS, 2013).

- Existe un gran número de amateurs en todas partes del mundo dispuestos a actuar prestando apoyo a la formación (MATTEI; PERCY, 2001). Una buena opción para cualquier escuela es concertar una o dos observaciones al año con algún astrónomo amateur de la zona. Esta persona puede orientar sobre los objetos a observar y cuándo hacerlo. Sin duda es una excelente solución ya que un telescopio no es sencillo de manejar y necesita de una instrucción previa que no suele formar parte de los conocimientos de un profesor (BASILOTTA, 2013).
- Posibilidad de discusión científica: Las ciencias experimentales corroboran sus leyes repitiendo sus experimentos en el laboratorio en las mismas condiciones. En astronomía no suele ser posible repetir los fenómenos en el momento deseado ni modificando las condiciones según se desee, lo cual no implica que no se abra la posibilidad al alumno de investigar, incluso con un cierto grado de autonomía, o se planteen - entre iguales y/o con el profesor - enriquecedoras confrontaciones de ideas, sea en primaria o en secundaria iniciales (GARCÍA BARROS; MARTÍNEZ LOSADA, 2014).

Hodson (2003) reconoce, en el volumen conmemorativo de los veinticinco años del *International Journal of Science Education*, que el currículo escolar de ciencias no está atendiendo a las necesidades, intereses y aspiraciones de los jóvenes ciudadanos de principios del siglo XXI. Este mismo autor indica que el modelo de enseñanza debería tener como objetivo poner al alumno en condición de aprender ciencia y tecnología (es decir, desarrollar conocimientos teóricos y conceptuales en ciencias y tecnología), aprender sobre ciencia y tecnología (es decir, comprender la naturaleza de la ciencia y la tecnología, así como sus métodos de trabajo, y ser consciente además de las complejas interacciones entre ciencia, tecnología y sociedad), hacer ciencia y tecnología (es decir, implicarse en investigaciones y resolución de problemas científicos) e implicarse en acciones sociopolíticas (es decir, adquirir la capacidad de reaccionar de forma adecuada, responsable y efectiva en situaciones de ámbito social, económico, ambiental y ético-moral, con compromiso y a la vez valorar la importancia de su papel en tales situaciones) (HODSON, 2003). Todo ello es un reto y la astronomía, como soporte para la enseñanza-aprendizaje de la ciencia es una puerta abierta al presente desafío.

3 Necesidades y características de la formación permanente sobre astronomía

En ocasiones se ha indicado que los profesores no tienen formación suficiente en temas astronómicos (HEMENWAY, 2005) para poder realizar observaciones y modelos que les permitan acompañar a sus alumnos en el conocimiento acerca de los astros (GERBALDI, 2005). Además necesitan tener más conocimientos sobre los nuevos tópicos y las nuevas investigaciones que hacen que la astronomía, siendo una ciencia tan antigua, sea a la vez tan novedosa (MADSEN, 2005). Por lo tanto, se requiere de una formación permanente de tipo disciplinar que permita actualizar el currículum.

Cabe transferir al mundo de la astronomía lo que se señala en el caso de la incorporación al “mundo TIC”: que muchos docentes necesitan de un docente amigo que

les anime en el camino, les ayude a explorar posibilidades y les guíe en el inicio de proyectos (JIMENO, 2013).

Hay docentes que sí que poseen un cierto nivel de preparación, pero no consideran que su propia experiencia pueda tener suficiente interés. Normalmente son muy autocríticos con sus propias prácticas y creen que son muy mejorables y que los resultados no son los esperados, por lo que tienden a pensar sobre los cambios a introducir la próxima vez que se enseñará el tema, más que en comprender lo que ha pasado (SANMARTÍ, 2008).

La formación permanente del profesorado sobre astronomía y sobre la enseñanza de la astronomía, ha abordado temas diversos, también con profesionales muy diferentes, y ha sido desarrollada tanto desde la propia administración educativa (centros de profesores, direcciones provinciales de educación, ...) como a partir de las propuestas de diversos colectivos y asociaciones (colegios profesionales, asociaciones de enseñantes de astronomía y/o de ciencias en general, etc.), por medio de congresos, encuentros, cursos, seminarios, ... , periódicos o no, de alcance nacional o internacional.

A escala internacional cabe indicar que una de las comisiones o grupos de interés de la IAU (International Astronomical Union) es la Comisión C1, formalmente "Educación y Desarrollo en Astronomía"⁴. A escala nacional y autonómica cabe destacar el papel activo de las asociaciones de enseñantes y el valor informativo de las plataformas o blogs creadas tanto por la administración como por fundaciones, museos o por los propios profesionales (Educaixa, Edu365, ITE, TEDx, NASE Project, ARC, Ciencia en Acción, Projecte ciència 6-12 o 12-16, Portal Xplore Health) en los que se pueden encontrar recursos y experiencias. La administración también ha impulsado algunas actividades formativas dentro de sus programas ordinarios pero no siempre se han acompañado de una evaluación rigurosa.

4 Dificultades en la evaluación de la formación permanente

La evaluación es un proceso sistemático de recogida y análisis de información y emisión de un juicio del valor o mérito de un sistema de formación, un programa o una acción formativa, para tomar decisiones. Debe de realizarse bajo las reglas del Joint Committee on Standards for Educational Evaluation (1975) de utilidad, factibilidad, precisión y legitimidad. Para ser útil debe de analizar objetos relevantes y recoger diversos niveles de datos. Siguiendo a Kirkpatrick y Kirkpatrick (2000), se pueden distinguir 4 objetos o niveles de evaluación: (a) Nivel de satisfacción de los participantes con la formación recibida; (b) Nuevos aprendizajes y competencias adquiridas gracias a la formación; (c) Transferencia de los aprendizajes realizados al propio puesto de trabajo y (d) Impacto que la formación genera en las diferentes áreas de la institución. Es decir, no sólo es importante que la formación satisfaga sino que genere unos aprendizajes, que éstos se apliquen en las aulas y que ello revierta en última instancia en una mejora de los aprendizajes de los estudiantes. Sin embargo, es relativamente común que la formación se quede en los primeros estados y no se transfiera. Holton (2005), Royer, Mestre y Dufresne (2005) y Doherty (2011) señalan las barreras a la transferencia, indicando que

⁴ Comisión C1, llamada así desde la Asamblea General del año 2015 que reorganizó todas las comisiones. Con anterioridad existía la Comisión 46 que trataba con exclusividad los temas de educación en astronomía.

éstas pueden ser de tipo psicológico (falta de motivación y de reconocimiento o recompensa), organizativo (falta de provisión de apoyo y, especialmente, de una temporalización adecuada), político (carencia de una estrategia institucional) y cultural (existencia de valores y normas que no facilitan el cambio). Y si no se produce la transferencia, no puede impactar en las organizaciones y/o en los usuarios últimos.

Sin embargo, se dispone de pocos datos acerca de si ello sucede o no. Muy usualmente la evaluación que se ha realizado de la formación en enseñanza de la astronomía, y en general de cualquier disciplina, se ha quedado en fases muy iniciales (GARCÍA BARROS, MONDELO; MARTÍNEZ LOSADA, 1996). Hay numerosas dificultades para evaluar el aprendizaje en la evaluación permanente, pero sobre todo para evaluar la transferencia y el impacto. Por una parte, hay dificultades metodológicas severas para establecer relaciones causales entre un programa formativo y ciertas actuaciones y consecuciones, por lo que suele solicitarse a los propios participantes en una actividad formativa que indiquen qué han aplicado y cómo. Ésta es, sin duda, una evaluación parcial, pues recoge la percepción de aplicación, y debiera triangularse con observaciones y evidencias o huellas del trabajo para mayor rigor. Pero ello topa con otro tipo de dificultades, en ocasiones difícilmente salvables, derivadas de una escasa planificación de los procesos de evaluación, del coste de los mismos y de los tiempos que requieren (que superan la duración estricta de los programas formativos, puesto que exigen esperar a la aplicación de los aprendizajes o competencias adquiridos y a los posibles resultados que éstos generen).

5 Metodología

La investigación que se presenta fue desarrollada en el marco del proyecto EU-UNAWE⁵ (2011-14) realizado en España, Alemania, Inglaterra, Suráfrica, Italia y Holanda. En él se han ofrecido talleres para maestros, profesores y monitores para que introduzcan astronomía y otros temas científicos en sus propuestas educativas y desarrollen metodologías innovadoras. En concreto se ha propuesto una formación sobre el universo y se ha realizado una evaluación diferida de la aplicación llevada a cabo en las aulas por parte de los asistentes a la actividad formativa.

La evaluación del proyecto EU-UNAWE en su conjunto está formada por la integración de la evaluación de las diversas actividades formativas desarrolladas en el marco del proyecto en el Estado Español, que han sido las siguientes:

- Actividad formativa: “Los sábados de EU-UNAWE” con docentes de primaria (desarrollada en diversas ciudades españolas).
- Actividad formativa: “EU-UNAWE” para profesorado universitario de las facultades de formación del profesorado de diversas universidades españolas (desarrollada en Barcelona).

⁵ Proyecto: <http://cordis.europa.eu/result/rcn/53687_en.html>.

Desde 2005 UNAWE, red presente en 40 países, con más de 500 astrónomos, docentes e investigadores, se constituye en un espacio para compartir ideas, métodos y recursos entre educadores, con el fin de mejorar la enseñanza de la astronomía y ampliar horizontes de los niños más allá de su área local, descubriéndoles que forman una sociedad global. Ver: <<http://www.unawe.org>>.

- Actividad formativa con familiares de niños con síndrome de Asperger (desarrollada en Santa María de Corcó).
- Actividad de difusión del programa con profesionales de los Museos, centros de investigación, universidades y CSIC (desarrollada en el CSIC, Madrid).
- Actividad formativa recurrente, en dos fases, con profesorado que, tras haber sido formado, participa en una sesión de intercambio de experiencias a partir de la aplicación de los materiales y propuestas didácticas ofrecidas en la formación inicial un año antes (desarrollada CSIC, Madrid).

La actividad formativa que ha contado con mayor número de ediciones ha sido la primera. Tales talleres, aunque recogidos en su conjunto con el título de “Los sábados de EU-UNAWÉ”, tenían lugar, en número de cuatro, un viernes por la tarde (y por la noche para observación, que se trasladaba al sábado por la noche si el viernes no era viable) y la mañana y el mediodía del sábado siguiente.

Las sesiones eran prácticas y participativas, dirigidas a incrementar entre el profesorado inscrito el interés por la astronomía y a conseguir, en esta área, un aprendizaje en los asistentes (unos treinta), no sólo de contenidos sino también, incluso aún más, de formas de facilitar su aprendizaje por parte de quienes son, o serán, sus propios alumnos. Cada profesor era obsequiado con unos libros ad hoc, todos ellos ilustrados, y escritos por el mismo equipo docente que llevaba a cabo los talleres; tales obras servían de referencia para las acciones llevadas a cabo in situ y procuraban propiciar un futuro despliegue de actividades en sus correspondientes centros educativos.

Los seguidores de tales encuentros eran sobre todo profesores de enseñanza primaria, (por más que hubiese también algunos de preescolar y algunos de secundaria, en todo caso con diversos rangos de edad.), en situación de activo y, en su mayoría, mujeres (Tabla 1).

Fecha	Localización	Duración	Etapas	Número de profesores	Número de estudiantes
11-12/11/2011	Barcelona	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	13	0
27/01/2012	Granada	3 horas	Educación Primaria	0	30
27-28/01/2012	Granada	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	43	0
03-04/02/2012	Madrid	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	64	0
15/03/2012	Santa Eulàlia de Riuprimer	3 horas	Educación Primaria	0	30
04-05/05/2012	Pamplona	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	32	0
14-15/12/2012	Santa María de Corcó	12.5 horas	Educación Primaria (Síndrome de Asperger)	0	10
18-19/01/2013	A Coruña	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	47	0
01-02/02/2013	Murcia	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	21	0

14-15/02/2013	Badajoz	12.5 horas	Educación Infantil y Primaria	35	0
19/04/2013	Madrid	7 horas	Educación Infantil y Primaria (CSIC-Madrid)	31	0
10 y 20/06/2013	La Garriga	5 horas	Educación Primaria	0	24
07-09/11/2013	Barcelona	12.5 horas	Alumnado y profesorado universitario de Facultades de Educación	2	22

Tabla 1 - Actividades realizadas y participantes⁶

Para la evaluación de estas actividades, se propuso seguir el modelo de niveles establecido por Kirkpatrick y Kirkpatrick (2000), de modo que se superase la mera evaluación de la satisfacción. Si bien es cierto que, como se ha indicado, la evaluación de los aprendizajes, la transferencia y el impacto requeriría de la recogida de evidencias de huellas del trabajo, de la observación, de evaluaciones de 360^{o7} (que integrasen la autoevaluación con la evaluación de los colegas, de los superiores y de los estudiantes), en este caso, se optó por abordar dichos niveles indirectamente a partir de la percepción de los propios participantes. Es decir, en los cuestionarios realizados se preguntó tanto por la satisfacción como por los aprendizajes que creían haberse realizado, por lo que se había aplicado al aula (y en caso de no haberlo hecho, por qué motivos) y de los aprendizajes que creían haber generado en los estudiantes. Por ello el diseño de los instrumentos de evaluación fue el siguiente:

- Cuestionario en línea para la evaluación de la satisfacción diferida y de la transferencia de la formación.

En primer lugar, se procedió a estudiar las dimensiones que el proyecto consideró para la evaluación de los aprendizajes de los niños, se realizó una primera versión, se validó con expertos (una persona experta en evaluación educativa y una persona experta en astronomía), se elaboró la propuesta definitiva y se administró a los profesores participantes mediante Google Forms. Puede consultarse en: <<http://goo.gl/forms/KiEgrU9xW0>> (ANEXO A).

- Registro para la recogida de opiniones de las familias de niños con síndrome de Asperger.

Dadas las características del colectivo con el que se trabajaba y del escaso número de asistentes, no se realizó ningún instrumento ad hoc para recoger los datos, sino que se tomaron notas abiertas.

- Cuestionario para la evaluación de la las posibilidades de la formación según los profesores participantes en la jornada del CSIC.

⁶ Aparecen sombreados los talleres a cuya evaluación se hace referencia en este artículo.

⁷ La evaluación de 360 grados o evaluación integral, usual en la evaluación de competencias, considera todas las relaciones representativas que tiene el evaluado a su alrededor, de modo que recoge tanto la evaluación del individuo acerca de su propio desempeño como la valoración que de éste hacen los compañeros, los superiores y quienes reciben los resultados de su trabajo.

Cuestionario sobre el grado de satisfacción y de conocimiento aportado por las actividades de formación desarrolladas por EU-UNAWE. También se realizó una versión inicial, se validó y se elaboró la versión definitiva.

- Actividad de difusión del programa con profesionales de los Museos, centros de investigación, universidades y CSIC (CSIC, Madrid).

Cuestionario sobre el grado de satisfacción y de conocimiento aportado por las actividades de formación desarrolladas por EU-UNAWE.

- Cuestionario presencial para la evaluación de la satisfacción y de los aprendizajes del profesorado universitario de didáctica de las ciencias.

Se realizó un cuestionario ad hoc para el profesorado de facultades de educación y/o de formación del profesorado de diversas universidades españolas asistentes al encuentro de diciembre de 2013. Este colectivo, formadores de formadores, puede emitir juicios de otra naturaleza respecto a la formación inicial y permanente del profesorado de primaria en cuanto a la astronomía.

Los cuestionarios incorporaban preguntas cerradas, que permiten un análisis cuantitativo y preguntas abiertas, que pueden ser analizadas cualitativamente. En el presente artículo se muestran únicamente los resultados de los cuestionarios del profesorado participante en las actividades formativas en modalidad taller. La relación de las actividades desarrolladas puede apreciarse en la tabla siguiente (Tabla 2), que recoge también el número de respuestas recibidas:

Actividad Evaluativa	Actividad formativa	Número de participantes (profesorado)	Número de respuestas (% del total de participantes)	% del total de respuestas
Evaluación de la satisfacción diferida y de la transferencia de la formación:	11-12/11/2011	13	2 (15%)	(37%)
	27-28/01/2012	43	4 (9%)	(6%)
	03-04/02/2012	64	15 (23%)	(24%)
	04-05/05/2012	32	6 (19%)	(10%)
	18-19/01/2013	47	28 (60%)	(11%)
Cuestionario En Línea	01-02/02/2013	21	2 (10%)	(3%)
	14-15/02/2013	35	5 (14%)	(8%)
	Nº respuestas	255	Media de participación:21,43%	100%

Tabla 2 - Respuestas recogidas en el proceso de evaluación

Las categorías de análisis de los datos cualitativos se generaron de forma inductiva, siguiendo los procedimientos de la teoría fundamentada (GLASER; STRAUSS, 1967), quienes proponen el análisis de contenido por medio de categorías temáticas, que hace manejable la información (mediante su reducción) y su interpretación (mediante la codificación). A partir de la lectura de las respuestas y de la clasificación de las diversas unidades de significado para su posterior categorización se procedió a la obtención de conclusiones. Este proceso se realizó manualmente.

6 Resultados

El cuestionario contenía algunos ítems para evaluar la satisfacción de los participantes, que es el primer nivel (“reacción”) del modelo de Kirpatrick y Kirkpatrick (2000). Respecto a esta cuestión los resultados fueron los que se muestran a continuación (Tabla 3) (en una escala de valoración del 1 al 5):

	1. ¿Cómo valoras la formación recibida ahora que ha pasado un tiempo?	2. ¿Te pareció interesante?	3. ¿Te resultó útil para diseñar actividades de enseñanza de la astronomía?
Media	4,52	4,79	4,19
Desviación típica	0,59	0,48	0,73

Tabla 3 - Opiniones globales respecto a la formación

Pese al gran interés suscitado por la formación, se percibe que el ítem que obtiene menor puntuación es el 3, relativo a la utilidad para el diseño curricular, que tiene una media de 4,19 y obtiene además la mayor desviación típica (Figura 1).

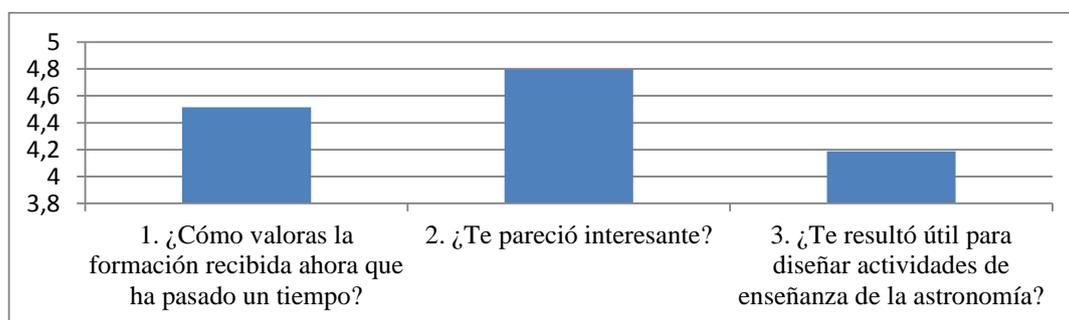


Figura 1 - Valoración global de la formación

En segundo lugar, respecto a la percepción de aprendizajes, que es una medida indirecta que debiera triangularse con evidencias sobre el aprendizaje, los cuestionarios arrojan un mayor aprendizaje percibido respecto al movimiento del sol y las constelaciones y la superficie lunar, como muestra la Tabla 4 y se aprecia en la Figura 2:

	4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho?				
	[Orientación diurna y nocturna]	[Movimiento diurno y anual del Sol]	[Campo magnético terrestre]	[Constelaciones y superficie lunar]	[Evolución estelar]
Media	3,68	4,13	3,52	3,95	3,84
Desviación típica	1,02	0,83	1,07	0,75	0,83

Tabla 4 - Aprendizajes que los participantes dicen haber obtenido

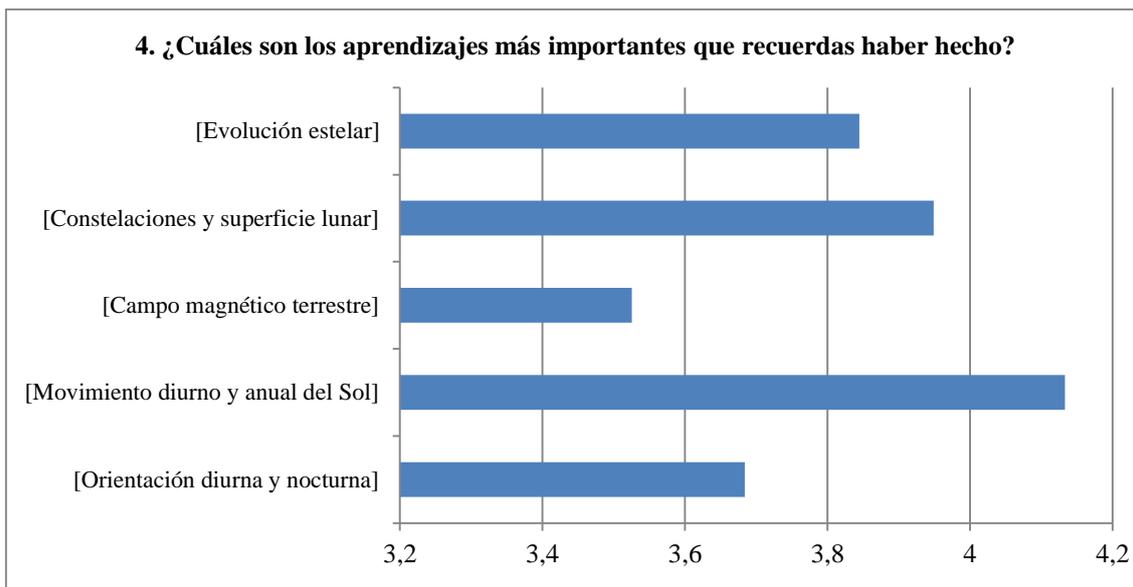


Figura 2 - Distribución de la valoración que se otorga a los diversos aprendizajes

En tercer lugar respecto a la transferencia, 30 personas, que representa la mitad de quienes respondieron el cuestionario, dicen haber aplicado algo. Si bien algunos dicen haberlo trabajado en forma de actividad puntual, también hay quien indica haber diseñado un taller ad hoc y algunos incluso hablan de haber iniciado un proyecto respecto al tema. Algunos ejemplos de las aplicaciones realizadas fueron:

Con los alumnos de 5 años, hemos realizado un "móvil" con el Sistema Solar, a escala con los planetas y aprendido sus nombres. (Maestra de centro concertado de Barcelona con experiencia entre 5 y 15 años)

El nacimiento, vida y muerte de las estrellas. Con el libro. (Maestra de centro público de Barcelona con menos de 5 años de experiencia)

Construimos telescopios con los niños. (Maestro de centro público de Madrid con más de 5 años de experiencia)

He realizado las actividades con los imanes. (Maestra de centro público de Madrid con menos de 5 años de experiencia)

Manejar la bola hinchable que representa nuestro planeta para mostrar la rotación de la Tierra y la inclinación de la misma en las estaciones. (Maestro de centro privado de Madrid con menos de 5 años de experiencia)

Hemos jugado con sombras, globo terráqueo y una pelota más pequeña a modo de Luna, para mostrar los eclipses. (Maestra de centro público de Madrid con más de 15 años de experiencia)

La construcción y ubicación de relojes solares. (Maestra de centro público de Granada con experiencia entre 5 y 15 años)

Aquellos que señalan no haberlo aplicado aún aluden a la falta de tiempo para integrarlo, sobre todo para hacerlo de forma interdisciplinar y plantearlo como proyecto. Entre quienes han realizado comentarios en esta línea destacan:

He aplicado poco por falta de tiempo (Maestra de centro concertado de Madrid con más de 15 años de experiencia)

En nuestra escuela trabajamos por proyectos y necesito más tiempo para programarlo con los posibles objetivos, contenidos, actividades, recursos... Y proponerlas a las compañeras en el ciclo (2º ciclo de ed. Infantil. Alumnos de 3-6 años). Para este trimestre ya estamos trabajando en otro proyecto pero tengo intención de trabajar el tema del espacio. (Maestro de centro público de Barcelona con más de 15 años de experiencia)

Aún no he tenido ocasión de ponerlo en práctica (...) tengo en mente hacer un mini proyecto en el tercer trimestre sobre algo relacionado con la astronomía

Estamos poniéndonos con el proyecto, pensando en posibles actividades, materiales,... (Maestra de centro público de Barcelona con menos de 5 años de experiencia)

Pues porque este año ya tenemos un proyecto en marcha sobre historia y no podemos compaginar. Para el curso que viene me gustaría plantear un proyecto de astronomía para 2º ciclo de primaria con secciones fijas de observación diarias y semanales tanto en el aula como en las casas. Además me gustaría trabajar las competencias básicas e integrar el uso de las TIC, la expresión artística, las lenguas, etc. Sería un proyecto que abarque todas las áreas del currículo pero centrado en astronomía y su conocimiento. (Maestra de centro público de La Coruña con experiencia entre 5 y 15 años)

De momento no pude aplicar nada, por falta de tiempo. (Maestro de centro público de Barcelona con menos de 5 años de experiencia).

Sin embargo, también se ha aludido a otras barreras para la transferencia, en especial la rigidez de las programaciones (“Otro motivo es que nuestra programación pedagógica esta ya bastante saturada y no hay mucha opción de introducir o crear nuevos proyectos”; “Simplemente por razones de programación y horarios”; “Utilización de un método con fichas que condiciona las disponibilidad de tiempo. Falta de tiempo”) o las propias limitaciones (“Considero que necesito más formación”; “Estuve muy interesado durante el curso y al acabar tuve ganas de repasar y aplicar lo aprendido. Pero reconozco que una vez acabado el curso no he vuelto a tocar el material del curso ni me he parado a pensar en una posible aplicación en el aula”).

Finalmente, respecto al impacto (percibido indirectamente por los educadores), los principales aprendizajes que los educadores creen que los estudiantes han adquirido son los relativos a la trayectoria solar diaria (como conocimiento), como se ve en la Tabla 5 y la Figura 3; la observación (como procedimiento), como se aprecia en la Tabla 6 y la Figura 4 y mostrar una actitud positiva hacia la astronomía (como actitud), como se exhibe en la Tabla 7 y la Figura 5, con medias de 3,7; 3,8 y 4,2 respectivamente:

7. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CONOCIMIENTOS

	[La trayectoria solar cada día: el día y la noche]	[La trayectoria solar a lo largo del año: las estaciones]	[Los relojes de sol ecuatoriales]	[El nacimiento, vida y muerte de las estrellas]	[Las brújulas: magnetismo para orientar]	[La localización de constelaciones en el cielo nocturno]
Media	3,74	3,40	1,93	3,33	2,70	2,60
Desviación típica	1,17	1,14	1,03	1,19	1,45	1,43

Tabla 5 - Conocimientos adquiridos por los estudiantes

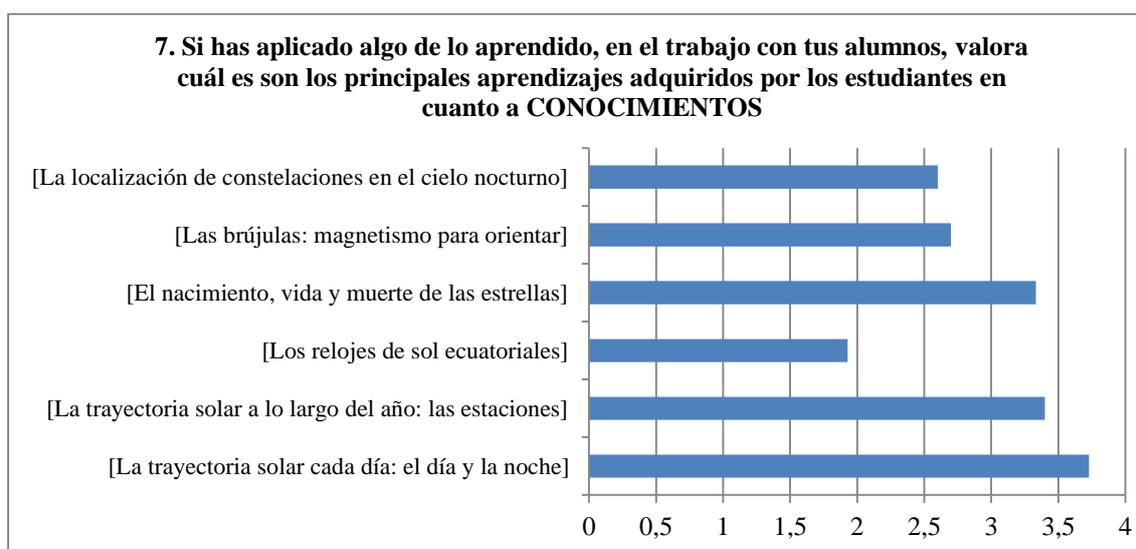


Figura 3 - Conocimientos adquiridos por los estudiantes

8. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CAPACIDADES CIENTÍFICAS

	[Observación]	[Formulación de hipótesis]	[Experimentación]	[Razonamiento]	[Cambio de perspectiva]	[Comunicación, con lenguaje preciso, de sus conocimientos]
Media	3,84	3,18	3,57	3,48	3,33	3,16
Desviación típica	0,86	1,24	1,02	1,01	1,11	1,03

Tabla 6 - Capacidades científicas adquiridas por los estudiantes

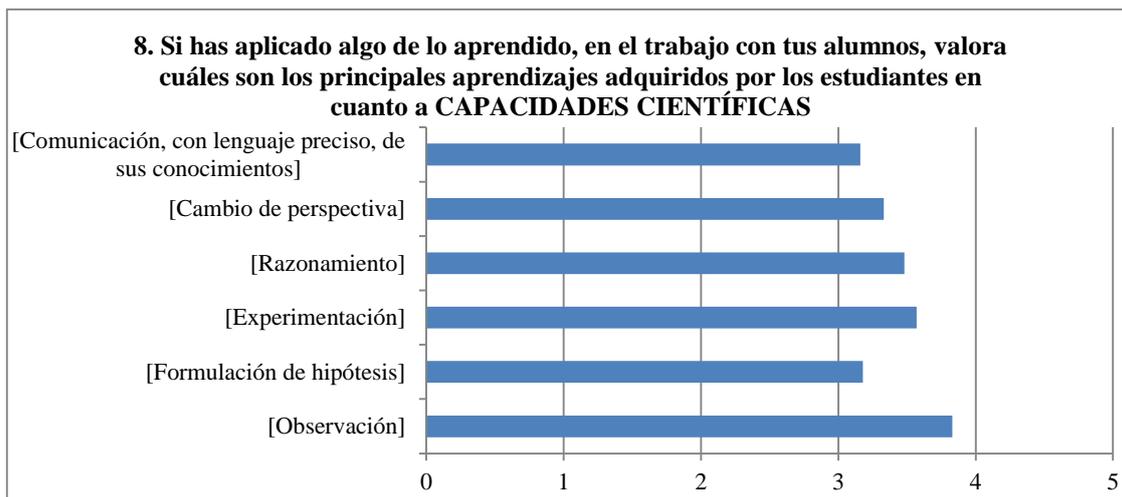


Figura 4 - Capacidades científicas adquiridas por los estudiantes

9. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a ACTITUDES

	[Disfrutar con la ciencia]	[Mostrar perseverancia]	[Sentir curiosidad por los fenómenos]	[Mostrar una actitud positiva hacia la astronomía]	[Valorar diferentes perspectivas culturales]
Media	4,16	3,77	4,13	4,23	3,39
Desviación típica	0,78	0,86	0,80	0,68	1,11

Tabla 7 - Actitudes adquiridas por los estudiantes

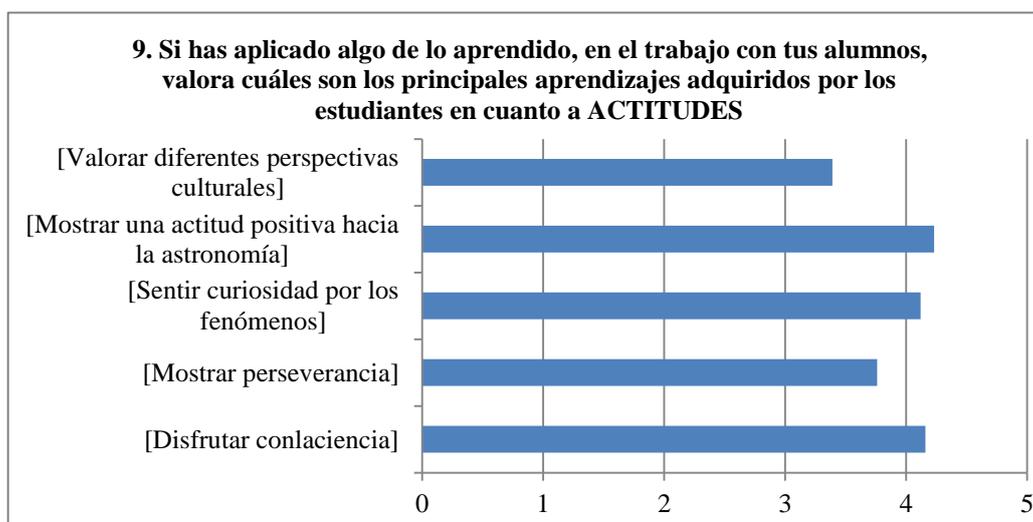


Figura 5 - Actitudes adquiridas por los estudiantes

El impacto del proyecto debería medirse en términos de los aprendizajes de los estudiantes. Dada la dificultad de realizar dicha evaluación, una medida indirecta es la percepción de los propios profesores respecto a los aprendizajes de los estudiantes. Éstos han sido, como se ha visto, especialmente de carácter actitudinal, sobre todo “mostrar una

actitud positiva hacia la astronomía” y “disfrutar con la ciencia”, que son objetivos esenciales de este proyecto. Sin embargo, también han obtenido elevadas puntuaciones la capacidad científica de la observación y el conocimiento de la explicación astronómica del día y de la noche.

7 Conclusiones

La investigación arroja moderados resultados positivos globales en todos los niveles del modelo seguido. Respecto al primer nivel de evaluación propuesto por Kirkpatrick y Kirkpatrick (2000), la reacción, existe una alta satisfacción del profesorado con la formación recibida, tanto como fuente de aprendizajes para ellos/as como por su utilidad para el trabajo en el aula, como han indicado los resultados (especialmente relevante es la media de casi 4,8 sobre 5 con la que los docentes responden a la cuestión “¿Te pareció interesante la formación?”).

Respecto al segundo nivel, el aprendizaje, el profesorado indica que, efectivamente, se han realizado aprendizajes de todo tipo, en especial los relativos al movimiento diurno y anual del sol y las constelaciones y la superficie lunar. Las preguntas cualitativas no aluden a dificultades de aprendizaje en ningún caso.

Respecto al tercer nivel, la transferencia, también se han producido resultados positivos, aunque no sin ciertas dificultades. Por una parte, se constata que la aplicación depende de varios factores (tiempo, ciclo o etapa educativa, etc.) pero parece que la evolución estelar, las sombras y los eclipses han sido las actividades más desarrolladas en el aula. De las respuestas parece desprenderse la necesidad de más tiempo antes de transferir (aquellos que sólo hacía un mes que habían hecho la formación parecen indicar que no han tenido aún tiempo suficiente) y la necesidad de buscar la vinculación de la astronomía con otras áreas curriculares, de modo que se puedan ofrecer ejemplos de unidades de programación transversales, focalizadas en las competencias básicas. La astronomía ofrece muchas oportunidades para establecer conexiones interdisciplinarias (WEST, 1998) pero en muchas ocasiones los profesores desean diseñar sus propios caminos para desarrollarlo con sus alumnos y para ello es necesario destinar un tiempo (GOUGUENHEIM; GERBALDI, 1998). Ello confirma, además, los hallazgos previos de la investigación educativa respecto a la necesidad de un tratamiento interdisciplinar de los problemas y las situaciones cotidianas (LANCIANO, 1998; MORIN, 2000), tal y como muestran prácticas exitosas desarrolladas previamente como el proyecto Galileo o numerosas webquest.

Por otra parte, las dificultades halladas en la transferencia refuerzan las barreras narradas por Holton (2005) cuando alude a los factores motivacionales, ambientales, de habilidad y secundarios. En este caso, los encuestados han aludido tanto a las características personales o a la motivación e incentivos para transferir (que eran factores relevantes para Doherty, 2011) como al diseño de la actividad formativa y especialmente a la falta de tiempo y a la rigidez del currículum. Estos obstáculos quizá puedan vencerse colectivamente (a través de modalidades formativas en centros, en las que se halle involucrado gran parte del claustro, como indican Sanmartí y Masip, 2011) y diseñando actividades formativas que finalicen con un proyecto de intervención o plan de acción, que parta tanto de necesidades individuales como de prioridades institucionales y que se base en un diagnóstico. En dicho proyecto colegiado, como ya ha sido señalado por Fullan

(2002) o Iranzo (2012), hay que identificar y anticipar los cambios esperados y hay que establecer los mecanismos para monitorearlos a lo largo del proceso y para evaluar su impacto al final del mismo. En este caso los objetivos, pese a que la modalidad era taller, eran de sensibilización. En el futuro, redactar resultados de aprendizaje más acotados y fáciles de monitorear puede contribuir a la transferencia.

Con ese mismo objetivo, facilitar la transferencia, también hay que destacar la necesidad de ofrecer materiales (GOUGUENHEIM; GERBALDI, 1998). Pese a que la mitad de los profesores dicen no haber aplicado lo aprendido, 45 de ellos dicen haber consultado el material y sólo 10 confiesan no haberlo hecho, lo cual parece corroborar la importancia de ofrecer recursos. Sin embargo, esa demanda puede acarrear riesgos y conducir a una formación excesivamente instrumental y poco reflexiva, por lo que ha de basarse en el desarrollo de competencias que permitan adaptar los aprendizajes a cada contexto de forma consciente y no mecánica e irreflexiva.

Finalmente, respecto al cuarto y último nivel, el impacto que la aplicación de los conocimientos adquiridos ha tenido sobre los estudiantes, medida indirectamente a partir de las percepciones de los profesores, éstos indican que los estudiantes realizan diversos tipos de aprendizajes: entre los de carácter actitudinal, destacan sobre todo “mostrar una actitud positiva hacia la astronomía” y “disfrutar con la ciencia”. Esto enlaza con la dimensión emocional que Sanmartí (2007) ya había atribuido. Entre los aprendizajes de carácter procedimental, destacan la capacidad científica de la observación Y entre los de carácter conceptual, el conocimiento de la trayectoria solar cada día: el día y la noche. Sin embargo, la dimensión transversal de ciudadanía global que puede trabajarse con la autonomía probablemente merecería una mayor atención, lo que sugiere modificaciones en futuras acciones formativas.

Referencias

BASILOTTA, V. Los proyectos colaborativos con TIC como oportunidad para la formación del profesorado. **Comunicación y Pedagogía**, p. 17-23, 2013.

CAMPANARIO, J. M.; OTERO, J. La comprensión de los libros de texto. In: PERALES, F.J.; CAÑAL, P. (Eds.). **Didáctica de las Ciencias Experimentales**. Alcoy: Marfil, p. 323-338, 2000.

DOHERTY, I. Evaluating the Impact of Professional Development on Teaching Practice: Research Findings and Future Research Directions. **US-China Education Review**, p. 703-714, 2011.

DUSCHL, R. A. Science Education & Philosophy of Science, Twenty-five Years of Mutually Exclusive Development. **School Science and Mathematics**, v. 87, n. 7, p. 541-555, 1985.

FERRO, H. Espais escolars, per a un aprenentatge més autònom i competencial, **Perspectiva escolar**, p. 15-19, 2014.

FULLAN, M. **Los nuevos significados del cambio en la educación**. Barcelona: Octaedro, 2002.

GARCÍA BARROS, S.; MARTÍNEZ LOSADA, C. La importancia de las habilidades cognitivo-lingüísticas asociadas al estudio de la Astronomía desde la perspectiva del profesorado. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 32, n. 1, p. 179-197, 2014.

GARCÍA BARROS, S.; MONDELO, M.; MARTÍNEZ LOSADA, C. La Astronomía en la formación de profesores. **Alambique**, v. 10, p. 121-127, 1996.

GERBALDI, M. In-service astronomy education of teachers. In: PASACHOFF, J. M.; PERCY, J. (Eds.). **Teaching and Learning Astronomy**. Toronto: Cambridge University, 2005. p. 147-152.

GLASER, B.G.; STRAUSS, A. L. **The discovery of Grounded Theory**: strategies for qualitative research. New York: Aldine, 1967.

GOUGUENHEIM, L.; GERBALDI, M. The Training of Teachers. In: GOUGUENHEIM, L.; Mc NALLY, D.; PERCY, J. R. (Eds.). **New Trends in Astronomy Teaching**. Toronto: Cambridge University, 1998. p. 256-260.

HEMENWAY, M. K. Pre-service astronomy education of teachers. In: PASACHOFF, J. M.; PERCY, J. (Eds.). **Teaching and Learning Astronomy**. Toronto: Cambridge University, 2005. p. 139-145.

HEMENWAY, M. K.; PRESTON, S. SALT/HET Cooperation in Education and Public Outreach. In: BATTEN, A. H. (Ed.). **Astronomy for Developing Countries**. San Francisco: Astronomical Society of the Pacific, 2001. p. 152-156.

HODSON, D. Time for action: science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

HOLTON, E. F. III. Holton's evaluation model: New evidence and construct elaborations. **Advances in Developing Human Resources**, n. 7, p. 37-54, 2005.

IRANZO, P. **Asesoramiento pedagógico al profesorado**. Madrid: Síntesis, 2012.

JIMENO, M. Reflexiones en torno a la enseñanza de las Ciencias Experimentales en Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato. **Comunicación y pedagogía**, p. 27-34, 2013.

JOINT COMMITTEE ON STANDARDS FOR EDUCATIONAL EVALUATIONS. **The program evaluation standards**: How to assess evaluations of educational programs. Thousand Oaks: Sage, 1975.

JUSTI, R. La enseñanza de las ciencias basada de la elaboración de modelos. **Enseñanza de las las ciencias**, v. 24, n. 2, p. 173-184, 2006.

KIRKPATRICK, D.; KIRKPATRICK, J. **Evaluación de Acciones Formativas**: los cuatro niveles. Barcelona: Epise: Gestión, 2000.

LANCIANO, N. Teaching/Learning Astronomy at the Elementary School Level. In: GOUGUENHEIM, L.; Mc NALLY, D.; PERCY, J. R. (Eds.). **New Trends in Astronomy Teaching**. Toronto: Cambridge University, 1998. p. 133-138.

MACINTYRE, B. A Model of Teaching Astronomy to pre-service Teachers. In: PASACHOFF, J.M.; PERCY, J. (Eds.). **Teaching and Learning Astronomy**. Toronto: Cambridge University, 2005, p. 14-24.

MADSEN, C. Science Education for the new century - a European perspective. In: PASACHOFF, J.M.; PERCY, J. (Eds.). **Teaching and Learning Astronomy**. Toronto: Cambridge University, 2005. p. 227-234.

MATTEI, J.; PERCY, J. R. Hands-On Astrophysics: Variable Stars for Astronomy Education and Development. In: BATTEN, A. H. (Ed.). **Astronomy for Developing Countries**. Astronomical Society of the Pacific, 2001. p. 89-94.

MATTHEWS, M. R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 2, p. 255-277, 1994.

MORIN, E. **Los siete saberes necesarios para la educación del futuro**. Barcelona: Seix Barral, 2000.

PERALES, F. J.; JIMÉNEZ, J. D. Las ilustraciones en la enseñanza – aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 20, n. 3, p. 369-386, 2002.

PERCY, J. R. Learning astronomy by doing astronomy .In: PASACHOFF, J.M.; ROS, R. M.; PASACHOFF, N. (Eds.). **Innovation in Astronomy Education**. Toronto: Cambridge University, 2013. p. 13-22.

ROS, R. M. Astronomy and mathematics education. In: PASACHOFF, J.M.; PERCY, J. (Eds.). **Teaching and Learning Astronomy**. Toronto: Cambridge University, 2005. p. 14-24.

ROS, R. M. How to teach, learn and enjoy about astronomy. In: PASACHOFF, J. M.; ROS, R. M.; PASACHOFF, N. (Eds.). **Innovation in Astronomy Education**. Toronto: Cambridge University, 2013. p. 39-47.

ROYER, J.; MESTRE, J.; DUFRESNE, R. Framing the transfer problem. In: MESTRE, J. (Ed.). **Transfer of learning from a modern multidisciplinary perspective**. Greenwich: Information Age, 2005.

SANMARTÍ, N. Contribuciones y desafíos de las publicaciones del área de educación en ciencias en la construcción y consolidación de la identidad del área: La experiencia de la revista Enseñanza de las Ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, v. 26, n. 3, p. 301-310, 2008.

SANMARTÍ, N. Hablar, leer y escribir para aprender ciencia. In: FERNÁNDEZ, P. (Coord.). **La competencia en comunicación lingüística en las áreas del currículo**. Ministerio de Educación. Colección Aulas de Verano (Madrid), 2007. p. 103-127.

SANMARTÍ, N.; MASIP, M. ¿Cómo hacer que la formación impulse cambios en un centro? **Aula de innovación educativa**, v. 201, p. 10-14, 2011.

STAVINSCHI, M. Astronomy in culture. In: PASACHOFF, J.M.; ROS, R.M.; PASACHOFF, N. (Eds.). **Innovation in Astronomy Education**. Cambridge University, 2013. p. 75-84.

TORRES-PEIMBERT, S. A critical evaluation of the new Hall of Astronomy of the University of Mexico Science Museum. In: PASACHOFF, J. M.; ROS, R. M.; PASACHOFF, N. (Eds.). **Innovation in Astronomy Education**. Cambridge University, 2013. p. 183-188.

WEST, R. Current Trends in European Astronomy Education. In: GOUGUENHEIM, L.; Mc NALLY, D.; PERCY, J. R. **Astronomy Teaching**. Toronto: Cambridge University, 1998. p. 242-248.

Anexo A - Cuestionario de opinión diferida para profesorado participante en "Los sábados de EU-UNAWÉ"

En el marco del proyecto EU UNIVERSE AWARENESS hemos desarrollado algunas sesiones de formación sobre astronomía en la que has participado. Por ese motivo nos gustaría solicitar tu colaboración, ahora que ha pasado ya tiempo desde la formación, dando tu parecer acerca del conjunto del programa.

Agradeceremos tu respuesta al cuestionario, ofreciéndote gratuitamente unos libros nuevos, complementarios de los que ya te entregamos, que podrás recoger, a partir del día 20 de febrero de 2013, en el centro donde tuvo lugar el taller. Reiteramos nuestra gratitud.

Datos de identificación

APELLIDOS, Nombre *

*Obligatorio

Años de experiencia docente

- Menos de 5
- Entre 5 y 15
- Más de 15

Centro en el que trabajas

- Público
- Concertado
- Privado

Lugar en el que participaste en "Los sábados de EU-UNAWÉ"

- Barcelona
- Granada
- Madrid
- Pamplona
- La Coruña
- Murcia
- Badajoz

Cuestionario

1. ¿Cómo valoras la formación recibida a hora que ha pasado un tiempo?

1 2 3 4 5
Muy mala () () () () () Muy buena

2. ¿Te pareció interesante?

1 2 3 4 5
Muy poco interesante () () () () () Muy interesante

3. ¿Te resultó útil para diseñar actividades de enseñanza de la astronomía?

1 2 3 4 5
Muy poco útil () () () () () Muy útil

4. ¿Cuáles son los aprendizajes más importantes que recuerdas haber hecho?

	1	2	3	4	5
	No lo aprendí				Lo aprendí muy bien
Orientación diurna y nocturna	()	()	()	()	()
Movimiento diurno y anual del Sol	()	()	()	()	()
Campo magnético terrestre	()	()	()	()	()
Constelaciones y superficie lunar	()	()	()	()	()
Evolución estelar	()	()	()	()	()

5. ¿Has aplicado alguno de los aprendizajes que realizaste?

() Sí
() No

6. ¿Puedes poner algún ejemplo de esa aplicación?

7. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CONOCIMIENTOS

	1 Nada logrado	2	3	4	5 Totalmente logrado
La trayectoria solar cada día: el día y la noche	()	()	()	()	()
La trayectoria solar a lo largo del año: las estaciones	()	()	()	()	()
Los relojes de sol ecuatoriales	()	()	()	()	()
El nacimiento, vida y muerte de las estrellas	()	()	()	()	()
Las brújulas: magnetismo para orientar	()	()	()	()	()
La localización de constelaciones en el cielo nocturno	()	()	()	()	()

8. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a CAPACIDADES CIENTÍFICAS

	1 Nada logrado	2	3	4	5 Totalmente logrado
Observación	()	()	()	()	()
Formulación de hipótesis	()	()	()	()	()
Experimentación	()	()	()	()	()
Razonamiento	()	()	()	()	()
Cambio de perspectiva	()	()	()	()	()
Comunicación, con lenguaje preciso, de sus conocimientos	()	()	()	()	()

9. Si has aplicado algo de lo aprendido, en el trabajo con tus alumnos, valora cuáles son los principales aprendizajes adquiridos por los estudiantes en cuanto a ACTITUDES

	1 Nada logrado	2	3	4	5 Totalmente logrado
Disfrutar con la ciencia	()	()	()	()	()
Mostrar perseverancia	()	()	()	()	()
Sentir curiosidad por los fenómenos	()	()	()	()	()
Mostrar una actitud positiva hacia la astronomía	()	()	()	()	()
Valorar diferentes perspectivas culturales	()	()	()	()	()

10. Si no has aplicado nada, ¿por qué motivo? Y ¿qué te hubiera hecho falta para poder aplicar esos aprendizajes?

11. ¿Has utilizado la documentación que se entregó en la sesión formativa?

- () Sí
() No

12. ¿Cuáles de los recursos disponibles en la web del proyecto <<http://unawe.org>> o en <<http://es.unawe.org>> has utilizado?

	Sí	No
Material didáctico	()	()
Guías	()	()
Fotografías	()	()
Pósters	()	()
Presentaciones	()	()
Libros	()	()
Enlaces útiles	()	()

13. ¿Cuáles de los objetivos finales del proyecto crees que realmente consiguiera formación?

	Sí	No
Utilizar la astronomía para fomentar la educación y proporcionar habilidades y competencias en la ciencia y la tecnología en todo el mundo	()	()
Fomentar la ciudadanía global para lograr que se valore positivamente la inclusión multicultural	()	()

14. ¿Qué otras actividades crees que el programa debería realizar?

15. Después de la formación, ¿has participado en alguna actividad formativa más acerca de la astronomía?

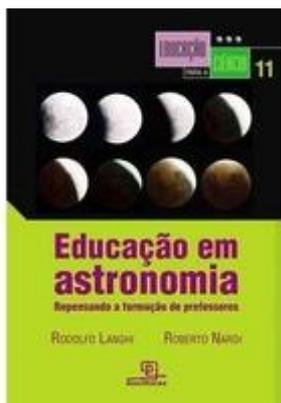
- () Sí
() No

16. Después de la formación, ¿ha cambiado tu concepto acerca de la astronomía?

- () Sí
() No

17. Si has respondido sí, ¿en qué ha cambiado?

18. Comentarios o sugerencias que puedan ayudarnos a mejorar



RESENHA

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Educação em Astronomia: repensando Formação de professores. São Paulo: Escrituras, 2012. (Educação para a ciência, v.11).

*Gustavo Iachel*¹

Formação de professores para a Educação em Astronomia: estes termos têm movimentado a área de pesquisa em Educação em Astronomia nos últimos anos. Apesar de toda essa agitação, não podemos negar que os incontáveis trabalhos que versam sobre o tema, publicados em variadas plataformas e ocasiões, ainda nos fazem acreditar que, por mais que investiguemos o assunto, poucas e reais são as oportunidades de constatar as tão sonhadas e necessárias mudanças na formação inicial de professores para o ensino de conteúdos da Astronomia. Felizmente, pesquisadores interessados por este campo de pesquisa não esmorecem e continuam a investigar e a denunciar as lacunas formativas que causam o constante despreparo dos professores para o ensino desta ciência.

Entre tais pesquisadores, deparamo-nos com dois bastante motivados. Ao longo de mais de uma década, Rodolfo Langhi, e há bem mais que duas décadas, Roberto Nardi, perseguem essas importantes questões, que se constituem no cerne da formação docente para qualquer ciência e que também alicerçam a formação de professores para o ensino da Astronomia. Em certa medida, pude observar o desenrolar de suas pesquisas, mesmo após a finalização do doutorado de Langhi (2009), a partir de um local bastante privilegiado, pois participei do mesmo grupo de pesquisa na UNESP por cerca de 5 anos e ainda fui orientado por Nardi por mais de 6 anos. Dessa forma, testemunhei em ambos o contínuo desejo em responder a questões que viessem a favorecer a formação inicial docente, dentro e fora da área de Educação em Astronomia, fato que também sempre me motivou pelos caminhos da pesquisa em ensino.

Todo o crescimento de Langhi como pesquisador respeitado na área de Educação em Astronomia reflete na obra que resenho. A forma como o livro foi escrito e é organizado refaz, de certa forma, os passos do pesquisador desde seus primeiros trabalhos até a defesa de seu doutorado. A síntese, constituída com primazia pelos autores, toca em profundidade suficiente o tema da formação de professores para a Educação em Astronomia, e com notória propriedade para a realização de considerações relativas ao “repensar” declarado no título do livro.

Ao considerarmos a forma como a leitura se desenvolve, verificamos um fio bastante lógico que conduz toda a narrativa. Inicialmente, na primeira parte da obra, versa-se sobre a formação de professores de um ponto de vista mais amplo, recorrendo-se aos principais autores na área de pesquisa em formação docente como, por exemplo, Anna Maria Pessoa de Carvalho, Daniel Gil-Pérez, Henry Giroux, Inês Alarcão, Carlos

¹ Professor do Departamento de Física. Universidade Estadual de Londrina / PR (UEL).
E-mail: <iachel@uel.br>.

Marcelo Garcia, Maurice Tardif, Clermont Gauthier, entre outros não menos importantes. Os autores recorrem a esses referenciais com vistas na constituição de um repertório teórico capaz de lhes prover base para a compreensão de como se desenvolve a autonomia docente ao longo e após a formação inicial. Tais discussões atravessam, inclusive, o debate sobre a natureza da ocupação docente e por quais razões a ocupação ainda não se fez profissão.

Ao definir e debater sobre os saberes docentes, os autores buscaram demonstrar aos leitores toda a complexidade de formar-se professor, na qual também se desenvolve a autonomia docente. O fechamento dessas discussões mais gerais sobre a formação docente ocorre com a apresentação de um modelo intitulado “Triangulação Formativa Convergente”, cuja originalidade contribui para justificar a existência da obra. O modelo elaborado pelos pesquisadores favorece a compreensão dos leitores ao indicar os caminhos da formação docente que convergem na formação de um professor intelectual, crítico e transformador, considerando por base os principais tipos de professores declarados pelos referenciais teóricos, tais como o professor conteudista, o humanista, o ativista, o reflexista e o tecnicista.

Na segunda parte da obra, os autores buscaram responder questões mais dirigidas à Educação em Astronomia, apresentando um panorama geral de como as pesquisas sobre a formação de professores vêm sendo desenvolvidas em diversos países. Além disso, os autores dedicaram um capítulo para revitalizar a importância das concepções alternativas de conceitos em Astronomia e comentar sobre como elas afetam a formação docente e a prática de ensino.

Buscando contribuir para com o leitor, especialmente os professores, os autores justificam o ensino de Astronomia em uma seção do livro, pois é certo que saber justificar o ensino de um conteúdo é importante para a definição dos objetivos desse ensino. Após isso, tecem considerações sobre como a Astronomia amadora pode contribuir para a formação docente, visto que os cursos de formação inicial não poderiam, sozinhos, enfrentar a crescente demanda pela preparação de docentes para o ensino desses conteúdos. Sobre isso, os autores ainda destacam quais estabelecimentos prestam apoio aos docentes que necessitam de formação continuada ou de ajuda para a aquisição de materiais didáticos relacionados ao tema.

Uma análise curricular dos conteúdos da Astronomia na educação básica é então realizada. Vê-se que o conteúdo é vasto e que demanda saberes docentes complexos para o seu devido ensino. Os autores citam inúmeras pesquisas relacionadas aos variados conteúdos de Astronomia, fato que se consolida como uma contribuição importante ao professor que deseja conhecer trabalhos acadêmicos que possam lhe ajudar no preparo de suas aulas.

Pautados nessa variada gama de conhecimentos, os autores defendem a pluralidade metodológica para o ensino de conteúdos da Astronomia, o que condiz com a atual Lei de Diretrizes e Bases, a qual dá condições para que os docentes possuam, em seu exercício, liberdade metodológica.

Para concluir a obra, os autores destacam três vieses bastante interessantes sobre a Educação em Astronomia: primeiro, existem particularidades no ensino de Astronomia que se diferem do ensino de outras ciências; segundo, e por razão do primeiro, há que se categorizar a Educação em Astronomia, definindo-se adequadamente seu espaço e sua razão e, como terceiro, pode-se repensar a formação de

professores para o ensino de Astronomia a partir desses pressupostos e, obviamente, considerando-se o que a vasta síntese de suas pesquisas puderam lhes revelar.

Ao repensarem a formação docente para o ensino de Astronomia, os autores apresentam um possível modelo formativo, o qual foi denominado PARSEC. A sigla abriga seis características: Planejamento, Aplicação, Reflexão, Socialização, Envolvimento e Continuação. Em poucas palavras, os autores defendem que: as atividades de formação continuada de professores devem ser planejadas coletivamente com os docentes em formação; as atividades sejam gravadas em formato de vídeo e que os professores possam refletir ao analisarem as atividades gravadas coletivamente; é importante envolver todos no processo de socialização dos resultados; o trabalho do grupo possa sempre receber a devida continuidade.

Por considerar-me alguém que persegue a formação docente na área de ensino de ciências, tanto na pesquisa como nas ações de formação de professores das quais faço parte, considero a obra indispensável aos recém ingressantes na pesquisa, como alunos de iniciação científica ou mesmo de pós-graduação, pois o livro permeia, eloquentemente, inúmeros aspectos da formação docente, dentro e fora da área de educação em Astronomia, o que permite ao leitor uma visão ampla desse campo de pesquisa. Além disso, e devido ao detalhamento prestado pelos autores quanto aos saberes docentes, as concepções alternativas, os conteúdos da Astronomia na escola, os estabelecimentos ligados ao ensino de Astronomia, entre outros, a leitura torna-se importante também aos professores em exercício, pois, primeiramente, leva-os a compreender as possíveis causas de suas dificuldades no ensino de Astronomia e, em segundo, os faz reagir e buscar conhecimento para enfrentar mais esta demanda.